

Ministerul Educației și Învățămîntului  
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VUIA" TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE MECANICĂ

Ing. Ilie T. Echim

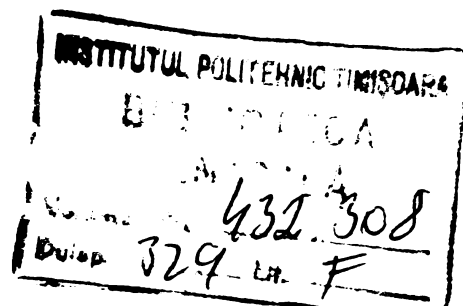
CONTRIBUTII  
LA OPTIMIZAREA TEHNOLOGIEI DE MONTAJ, SUDARE ȘI TRATAMENTE  
TERMICE A REZERVOARELOR DE MARE CAPACITATE DE TIP CILINDRIC  
ȘI SFERIC, ÎN CONDIȚII DE SANTIER.

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

Conducător științific,  
Prof. dr. doc. Ing. Vladimir Popovici

- 1980 -



## Cuprinsul:

### Introducere

### Partea I.

	<u>Pagina</u>
<b>Cap. 1. Studiul evoluției creșterii capacităților de depozitare și stocaj a rezervoarelor cilindrice și sferice.</b> - - - - -	4
1.1. Generalități. - - - - -	4
1.2. Evoluția creșterii capacității rezervoarelor cilindrice și sferice - - - - -	4
1.2.1. Perioadele de dezvoltare re. - - - - -	4
1.2.2. Considerente care au stat la baza construirii rezervoarelor cilindrice - - - - -	6
1.2.3. Criterii de clasificare a rezervoarelor cilindrice metalice verticale.	7
1.2.3.1. Clasificarea după capacitatea de depozitare - - - - -	7
1.2.3.2. Clasificarea după procedeele de asamblare prin sudare - - - - -	7
1.2.4. Asamblarea prin aplicarea metodei de asamblare prin rulare a rezervoarelor egberitice - - - - -	8
1.3. Evoluția mijloacelor de depozitare a gazelor lichefiate și în mod deosebit a rezervoarelor sferice - - - - -	10
1.3.1. Evoluția diferitelor forme de depozitare.	10
1.3.1.1. Rezervoare de forme și construcții diverse pentru depozitarea gazelor lichefiate.	10
1.3.2. Evoluția volumului rezervoarelor sferice și a formei geometrice a segmentilor - - -	13
1.3.2.1. Criteriile care stau la baza evoluției capacităților de depozitare.	13
1.3.2.2. Criteriile care stau la baza diversificării geometriei segmentilor la rezervoare de aceeași capacitate.	14
1.3.2.3. Evoluția creșterii volumului rezervoarelor sferice pe plan intern. - - - -	17
1.3.2.4. Evoluția creșterii volumului rezervoarelor sferice pe plan mondial - - - -	18

## II

1.3.3. Evoluția realizării constructive a man- telor rezervoarelor sferice.	20
1.3.4. Avantajele depozitării în rezervoare sfe- rice a gazelor tehnologice în stare li- chefistă.	21
<b>Cap. 2. <u>Materialle ce se utilizează la construirea rezor- voarelor metalice.</u></b>	<b>23</b>
2.1. Factori care stau la baza alegerii materiale- lor - - - - -	23
2.2. Materiale metalice de bază - - - - -	23
2.2.1. Considerații referitoare la alegerea ma- terialelor - - - - -	23
2.2.2. Materiale metalice de bază ce se utili- zează la noi în țară	23
2.2.3. Materiale de sudare utilizate la construiri- rea rezervoarelor de mare capacitate ci- lindrice și sferice din oțel carbon	34
2.2.3.1. Firme și electrozi înveliți - - - - -	34
2.2.3.2. Fluxuri topite pentru sudare. - - -	36
2.2.3.3. Gaze de protecție utilizate pentru sudare. - - - - -	37
2.3. Concluzii - - - - -	39

### **Partea a II-a**

<b>Cap. 3. <u>Studii și cercetări cu privire la optimizarea teh- nologiei de montaj și sudare, în condiții de șanti- er a rezervoarelor cilindrice de mare capacitate.</u></b>	<b>40</b>
3.1. Organizarea și dotarea tehnico-materială a lo- cului de muncă, în condiții de șanti-er.	40
3.2. Caracteristicile tehnice ale mașinilor de su- dat automat în CO <sub>2</sub> a tablelor metalice.	44
3.2.1. Caracteristicile tehnice ale mașinii Ver- tomatic de sudat automat în CO <sub>2</sub> a îmbină- rilor verticale - - - - -	44
3.2.2. Caracteristicile tehnice ale mașinii Cir- comatic de sudat automat cu CO <sub>2</sub> a îmbină- rilor circulare. - - - - -	45
3.2.3. Influența parametrilor de sudare și a ce- lității gazului de protecție CO <sub>2</sub> asupra îmbinărilor sudate.	47

### III

3.2.3.1. Influența tensiunii a roului și a intensității curentului de sudare - - -	47
3.2.3.2. Influența formei geometrice a rostului de sudare - - - - -	47
3.2.3.3. Considerații asupra calității genului de protecție CO <sub>2</sub> la sudare. - - - - -	48
3.3. Determinarea experimentală a pere metrilor optimi pentru sudarea automată în CO <sub>2</sub> cu mașina <u>Vertonstic</u> . - - - - -	44
3.3.1. Valorile mărimilor obținute la sudarea cu parametri tehnologici determinați experimental. - - - - -	50
3.4. Determinarea experimentală a parametrilor optimi pentru sudarea automată în CO <sub>2</sub> cu mașina Circomatic. - - - - -	53
3.5. Calculul statistic al credibilității mărimilor îmbinărilor verticale, cu metoda Chauvenet. - - - - -	55
3.5.1. Concluzii ce se desprind din calculul statistic al credibilității mărimilor obținute experimental. - - - - -	57
3.6. Studii referitoare la deformările ce survin în timpul și după sudarea fundului și membranei capacului flotant. - - - - -	61
3.6.1. Considerații specifice. - - - - -	61
3.6.2. Contractii termice și formarea tensiunilor și deformărilor. - - - - -	62
3.6.5. Măsurile luate pe șantier pentru diminuarea tensiunilor și a deformărilor. - - - - -	65
3.7. Determinarea parametrilor optimi de sudare automată sub strat de flux a tablelor fundului și a membranei capacului flotant. - - - - -	66
3.7.1. Unele considerații cu privire la sudarea automată sub strat de flux a îmbinărilor prin suprapunere a tablelor subțiri (5-8 mm) - - - - -	66
3.7.2. Valorile unor parametri obținute experimental pe șantier - - - - -	67
3.7.3. Influența și implicațiile reciproce ale parametrilor regimului de sudare. - - - - -	67

3.7.4. Determinarea parametrilor tehnologici de sudare prin suprapunere sub strat de flux a tablelor subțiri. - - - - -	69
3.8. Lucrări și măsuri preliminare - - - - -	74
3.8.1. Lucrări efectuate înainte de începerea montajului tablelor - - - - -	74
3.8.2. Măsuri tehnologice pentru păstrarea constantă a valorilor parametrilor de sudare - - - - -	74
3.9. Determinarea și aplicațiile tehnologici de montaj și sudare a tablelor fundului. - - - - -	76
3.9.1. Tehnologia de montaj - - - - -	77
3.9.2. Tehnologia de sudare - - - - -	77
3.10. Tehnologia de montaj și sudare automată în CO <sub>2</sub> a tablelor mentalei rezervoarelor. - - -	81
3.10.1. Montarea, centrarea și sudarea îmbinărilor verticale a virozelor cu mașina Vertomatic - - -	81
3.10.2. Îmbunătățiri tehnice - economice către sistemul de montaj al tablelor virozelor - - -	83
3.10.3. Sudarea îmbinărilor circulare automate în CO <sub>2</sub> cu mașina Circomatic. - - - - -	84
3.10.4. Sudarea normală cu electrozi înveliți a unor îmbinări la montarea rezervorului. - - -	85
3.11. Tehnologia de montaj și sudare a spaacului flotei - - - - -	90
3.11.1. Montajul și sudarea segmentelor pontanelor - - - - -	90
3.11.2. Montajul și sudarea membranei spaacului flotant - - - - -	94
3.11.2.1. Montajul membranei-șape - - - - -	94
3.11.2.2. Sudarea automată sub strat de flux a membranei șape - - - - -	97
3.12. Verificări, controale, toleranțe și interpretări ale măsurilor obținute. - - - - -	101
3.12.1. Unele considerații referitoare la operațiunile de control și verificare - - - - -	101
3.12.2. Numărul punctelor controlate și măsurărilor efectuate pe parcursul montajului și sudării rezervorului de 50.000 m <sup>3</sup> - - -	104

3.12.3. Controlul destructiv și nedestructiv al îmbinărilor sudate . - - - - -	104	*
3.12.4. Controlul montajului prin măsurători multiplică între fazele de operații. - -	105	
3.12.4.1. Măsurători pentru determinarea abate- rilor la diametrul mantalei.	106	
3.12.4.2. Măsurători pentru determinarea abate- rilor la înălțimea rezervorului.	106	
3.12.4.3. Măsurători pentru determinarea abate- rilor la verticală a mantalei.	107	
3.12.4.4. Determinarea diferenței între diamet- rul maxim și cel minim în aceeași sec- țiune. - - - - -	113	
3.12.4.5. Determinarea săgeții la generatoarele și la curburi - - - - -	113	
3.12.4.6. Abateri referitoare la fundul și ca- pacul rezervorului . - - - - -	113	
3.12.4.7. Probe finale diverse - - - - -	116	
3.13. Determinarea cauzelor producerii defectelor	117	
3.13.1. Defecte cauzate de prelucrări necorespun- zătoare în uzină. - - - - -	117	
3.13.2. Defecte produse în îmbinările sudate de calitatea necorespunzătoare a gazului de protecție CO <sub>2</sub> . - - - - -	118	
3.14. Cercetări referitoare la determinarea cerin- țelor de calitate a CO <sub>2</sub> pentru sudare .	123	
3.14.1. Interacțiunile gazului protector CO <sub>2</sub> cu metalul topit la sudare.	123	8
3.14.2. Reacții metalurgice în zona arcului la sudare în CO <sub>2</sub> - - - - -	124	
3.14.3. Reacții metalurgice în bătă topită.	126	
3.14.4. Formarea perilor în sudură. - - - - -	128	
3.14.5. Incluziuni nemetalice la sudare. - - -	129	
3.14.6. Cerințe de calitate a CO <sub>2</sub> pentru sudare și influența impurităților asupra proprietăților esențiale. - - - - -	130	
3.14.7. Avantajele sudării automate în CO <sub>2</sub> a mantalei rezervoarelor cilindrice de mare capacitate . - - - - -	132	
3.14.8. Concluzii furnizate de cercetare. - - -	133	

<b>Cap. 4. <u>Lucrări de cercetări cu privire la tehnologia de montaj și sudare, în condiții de câmp și rezervoarelor sferice.</u></b>	<b>135</b>
4.1. Determinarea momentului cercetării	135
4.2. Descrierea sumară a rezervorului	136
4.3. Fluide de depozitare și condiții tehnice de montaj și sudare	136
4.4. Condiții asupra materialelor folosite	137
4.4.1. Materiale de bază	137
4.4.2. Materiale de adeziv	138
4.4.2.1. Caracterizarea electrozilor 461 BH V <sub>1</sub>	139
4.4.2.2. Caracterizarea electrozilor BH - 3	139
4.5. Sudarea mantalei rezervorului sferic din oțel HI 36 cu 34 segmente de 30 mm grosime.	140
4.5.1. Măsurile luate în vederea sudării în condiții de câmp și rezervoarelor.	140
4.5.2. Tratamente termice	141
4.5.2.1. Considerații asupra efectelor cantității de căldură introdusă la sudare.	141
4.5.2.2. Efectuarea preîncălzirii cu energie electrică (rezistori)	142
4.5.3. Încălzirea, îmbunătățirea și aplicarea corectă a tehnologiei de sudare.	145
4.5.3.1. Măsurile luate pe câmp.	145
4.5.3.2. Atestarea sudurilor autorizată IACIR și însușirea tehnologiei omologate de sudare.	148
4.5.4. Determinarea caracteristicilor mecanice și metalelografice ale îmbinărilor sudate	150
4.5.5. Tehnologia de montaj și sudare a rezervorului sferic cu 34 segmente în nouă geometrie sferică.	167
4.5.5.1. Unele considerații specifice.	167
4.5.5.2. Tehnologia de montaj.	168
4.5.5.3. Tehnologia de sudare	172
4.6. Tehnologia efectuării operațiunilor de control.	179
4.6.1. Controlul execuției sudării	180
4.7. Concluzii.	180

## VII

<b>Cap. 5. <u>Studii și cercetări referitoare la falsificarea electrozilor din import pentru sudarea oțelurilor indigene cu granulație fină.</u></b>	<b>182</b>
5.1. Desfășurarea și obiectivele lucrărilor de cercetare.	182
5.2. Elaborarea probelor experimentale a îmbinărilor sudate a oțelului R52-7a/51 cu electrozi SHV1 și EB-3	182
5.2.1. Executarea și sudarea probelor pentru încercări.	182
5.2.2. Efectuarea încercărilor îmbinărilor sudate cu electrozi EB-3 în comparație cu electrozi SHV 1	185
5.2.3. Probe și examinări metalografice.	190
5.2.3.1. Examinări macroscopice.	190
5.2.3.2. Examinări microscopice	191
5.3. Studii și cercetări pentru realizarea de noi sorturi de electrozi indigeni	196
5.4. Concluzii	196
<b>Cap. 6. <u>Studii și cercetări referitoare la tratamentul termic al rezervoarelor sferice din 34 segmenti din oțel indigen de granulație fină R 52-7a/51 de 45 mm grosime.</u></b>	<b>198</b>
6.1. Considerații asupra schemelor posibile de aplicat.	198
6.2. Unele considerații asupra schimbului de căldură între gazele de ardere și peretele mantalei.	203
6.3. Considerații asupra calculului teoretic al consumului de gaze.	205
6.4. Cercetări pe modele la scară redusă pentru determinarea circuitului fluidului în interiorul sferei.	208
6.5. Concluzii.	208
<b>Cap. 7. <u>Măsurii de protecție muncii.</u></b>	<b>209</b>
<b><u>Partea a III-a.</u></b>	
<b>Cap. 8. <u>Aplicații industriale și aspecte economice.</u></b>	<b>210</b>
8.1. Aplicații industriale.	210
8.2. Aspecte economice.	211
8.3. Obiectivele de finalizare ale cercetărilor în perspectivă	213



## VIII

8.3.1. Stadiul și rezultatele finalizării studiilor și cercetărilor la încheierea lucrării.	213
8.3.2. Obiective de perspectivă. - - - - -	214
Cap. 9. <u>Considerațiuni finale și contribuții originale.</u>	215
9.1. Considerațiuni finale - - - - -	215
9.2. Contribuții originale - - - - -	218
Bibliografie - - - - -	219/1-10
Anexe - - - - -	219/I-XXIII

## I N T R O D U C E R E

Industria petrolieră, ramură de bază a industriei din țara noastră, cunoaște o dezvoltare importantă încă din primele cincinale de industrializare planificată a țării.

Odată cu această dezvoltare s-a născut și nevoia de depozitare temporară și de stocaj a produselor petroliere, atât a celor de extracție cit și a celor rafinate sau din stadii intermediare, precum și a gazelor naturale și de altă natură. Aceasta fie pentru utilizări ca materii prime în diferite scopuri industriale sau nevoi de consum, fie pentru import - exporturi conjuncturale din punct de vedere economic, impuse de fluctuațiile pieței mondiale, afectată atât de puternic de criza energetică care cuprinde întreaga planetă.

Pe plan mondial necesitățile de stocaj ale acestor prețioase produse, au impulsionat, imediat după cel de-al doilea război mondial, cercetarea, studierea și experimentarea unor soluții, care au condus, pe diverse căi tehnice, constructive și economice, la realizarea de rezervoare cilindrice și sferice de capacități din ce în ce mai mari și cu o reducere tot mai importantă a costului specific.

În acest scop alegerea celor mai corespunzătoare tipuri de rezervoare, din punct de vedere al formei, soluției constructive și capacității pentru diferite variante de depozitare, a condus la studii și cercetări în toate țările interesate, atât producătoare cit și consumatoare de astfel de produse.

Pentru atingerea scopului propus acestea s-au axat pe o serie de criterii dintre care, în ceea ce privește rezervoarele cilindrice, considerăm ca mai importante:

a) Soluții și caracteristici constructive optime, care cuprind printre altele, consum specific de metal înm pe unitatea de capacitate de depozitare și același volum; prin alegerea celor mai potrivite soluții și folosirea în cel mai înalt grad a oțelurilor cu caracteristici mecanice dintre cele mai ridicate; prin soluția aleasă să se asigure un montaj ușor a tuturor subansamblelor prin procedee mecanizate; sudarea automată a celor trei părți principale ale rezervoarelor cilindrice (fund, mantă și membrană -

INSTITUTUL POLITEHNIC  
TIMIȘOARA

espec), fie automat în  $\text{CO}_2$  a mantalelor și sub flux a fundului și membranei rezervoarelor de capacitate peste  $20.000 \text{ m}^3$  când se montează tablă cu tablă la fața locului pe gantier, fie prin metoda rulării a tuturor acestor trei părți la rezervoare cilindrice cu grosimea maximă a tablelor de 12 mm. pentru posibilitățile de rulare ale instalațiilor uzinelor de azi din țara noastră.

b) comportare corespunzătoare în exploatare în regim climatic al locului geografic unde se montează; să fie etanșe în raport cu produsul depozitat; să permită o curățire ușoară a depunerilor; să reziste agenților de corozivitate, etc. și să fie economice întreținerea și manipulările de încărcare - descărcare pe toată durata exploatării;

c) micșorarea suprafețelor parcurilor de rezervoare și deci micșorarea volumului lucrărilor anexe prin mărire a capacităților de depozitare înlocuind rezervoarele de capacitate mică și mijlocie, cu rezervoare de mare capacitate (de la  $20.000 \text{ m}^3$  în sus);

d) reducerea timpului de montaj, prin aplicarea metodei rulării a mantalei rezervoarelor de mari capacități, fie numai a părții de sus unde tablele au o grosime potrivită, dar ridică problema de derulare la înălțime, fie prin construirea de mantale cu pereți dubli a părții de jos unde peretele simplu necesită grosimi mari ale tablelor care nu se pot rula. La mantalele cu pereți dubli inter-spaciile inelare se umplu cu polimeri sau beton cu agregate fine și în sfârșit prin uzinarea de table din oțeluri de înaltă rezistență mecanică, de grosime mică și în unele țări, prin înlocuirea tablelor din oțel cu table din aliaje de aluminiu, etc.;

e) forma cea mai potrivită a capacelor, la rezervoarele cilindrice verticale care a făcut și face obiectul unor ample cercetări și studii pentru găsirea unor soluții optime constructive, de montare și etanșare în raport cu produsele de depozitare.

Ținând seama de factorii de mai sus, munca de cercetare, pe parcursul anilor, a condus la găsirea de soluții constructive satisfăcătoare de uzină și montaj pentru rezervoarele cilindrice de mare capacitate. În schimb în ceea ce privește mijloacele de depozitare și stocaj a gazelor lichefiate s-a ajuns la concluzia că cea mai potrivită formă a mantalei rezerverului este sfera, însă a rămas în studiu și cercetare materialul și conturul segmentelor. Soluția ideală este, firește, găsirea celui mai potrivit număr de segmente cu o geometrie a conturului acestora, care să conducă la cea mai scurtă lungime a îmbinărilor sudate pentru re-

rezervoare de acelaș volum.

Condiția ca această soluție să fie viabilă este ca segmentii să poată fi manevrați și montați cu mijloace mecanice curențe care fac parte din dotarea șantierelor de montaje.

Montajul segmentilor pentru o anumită capacitate și grosime de perete a rezervoarelor se poate face fie total pe fundație segment cu segment, fie prin asamblare la sol a câte doi, trei sau mai mulți care în astfel de subansamble se ridică apoi și se montează pe fundație. În acest sens se menționează, că la noi în țară s-au asamblat și sudat manual la sol câte trei segmente la șantierul Săvinești /30/ și câte doi segmente la rezervorul sferic prototip de 1800 m<sup>3</sup> la șantierul Năvodari, iar în U.R.S.S. s-au realizat asamblări și sudări la sol a întregii sfere de capacitate de 600 m<sup>3</sup> și 62 tone greutate /98/.

În toate cazurile rămâne totuși o sarcină deloc ușoară pe umerii montatorului - cercetător în șelopeză și cisme de cauciuc - deperele laborator din spațiul deschis al naturii, șantierul din aer liber. În condiții grele, acesta trebuie să cerceteze, să studieze și să găsească cele mai potrivite soluții mai ales în ceea ce privește executarea îmbinărilor sudate ale acestor coloși de sute de tone greutate și grosime ale pereților care variază de la 5 mm la 45 mm la un singur obiectiv. Și aceste în poziții diferite a căror tensiuni interne generate încă din uzină la care se adaugă cele introduse inevitabil în cursul aplicării procesului tehnologic de sudare pe șantier. Aceste tensiuni nu pot fi stăpânite sau înlăturate prin calcule anticipate, pentru ca în final să se poată realiza o construcție care să se încadreze în limite și abateri de câțiva milimetri, prevăzute în caiete de sarcini, instrucțiuni și normative prestabilite și impuse. Reducerea lor la minimum se realizează acolo pe șantier prin iscusință, muncă dirijată și răbdare.

În lucrarea de față se caută a se prezenta o parte din rezultatele obținute în cadrul montării și sudării acestor mijloace de depozitare ieșite din comun; parte montate pentru prima dată și apoi repetate, parte prototipuri proiectate, uzinate și montate cu forțe indigene, în cadrul marilor șantiere din industria chimică, petrochimică și petrolieră, pe parcursul a peste 25 de ani de construcții și montaje a rezervoarelor de toate tipurile și capacitățile, ce s-au construit până azi la noi în țară și cooperativ, pe toate meridianele lumii.

## PARTEA I \*\*\*\*\*

### CAP. 1. Studiul evoluției creșterii capacităților de depozitare și stocaj a rezervoarelor cilindrice și sferice.

#### 1.1. Generalități

Industria constructoare de rezervoare s-a dezvoltat odată cu dezvoltarea industriei petroliere, una dintre cele mai vechi industrii, atât pe plan mondial cât și pe la noi în țară și a cunoscut două momente de impulsivitate; perioada de după mijlocul deceniului a IV-lea a secolului nostru când s-a trecut de la asamblarea rezervoarelor prin nituire la cea de asamblare a rezervoarelor prin sudare; a doua etapă de impulsivitate este inclusă și urmează ne-nijlocit calea de dezvoltare uriașă a tuturor ramurilor industriale după cel de-al doilea război mondial.

După multe studii și cercetări asidue într-o serie de țări interesate, în această perioadă, mijloacele de depozitare a produselor petroliere și a gazelor industriale de tot soiul, cunosc două căi de dezvoltare:

- depozitarea produselor lichide și semilichide, ceea ce a condus la dezvoltarea și realizarea de rezervoare cilindrice verticale de capacități din ce în ce mai mari;
- depozitarea gazelor combustibile în stare lichefiată, care a condus în acest scop la realizarea unei mari diversități de mijloace de depozitare dictate de nevoile de utilizare industrială și de stocaj, etc.

Mergându-se pe linia economicității în construcții și exploatare, având drept criterii raportul dintre suprafața și volumul lor rezervoarele se construiesc în următoarele forme geometrice; cilindrice, sferice, sferoidale (sub formă de picătură), conice, paralelipipedice și altele. Dintre toate aceste forme, primele două cunosc o răspândire generală /25, 76, 64, 122/.

#### 1.2. Evoluția creșterii capacității rezervoarelor cilindrice.

##### 1.2.1. Perioadele de dezvoltare.

Evoluția creșterii capacității rezervoarelor cilindrice cunoaște, odată cu dezvoltarea în general a industriei petroliere, după cum s-a arătat mai sus, două perioade:

- construirea rezervoarelor prin nituire pînă în anul 1935 cînd capacitățile rezervoarelor cilindrice, singura formă de rezervoare ce s-a construit pentru depozitarea produselor petroliere lichide, au fost cuprinse între 100 - 5.000 m<sup>3</sup>;

- perioadă de după 1935, cînd s-a trecut la executarea rezervoarelor metalice, prin sudarea îmbinărilor tablelor cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți, procedeul care a revoluționat dezvoltarea tehnicii industriale.

În această perioadă și în mod deosebit după ultimul război mondial, toate ramurile industriale au cunoscut o dezvoltare impetuoasă, inclusiv cea petrolieră, fapt ce a condus la nevoia, pe lângă cea a depozitării, la aceea de stocaj, cerută atât de necesități conjuncturale economice, cît și de nevoile crescînde ale industriei chimice și petrochimice în deplină dezvoltare. Fig. 1.1.

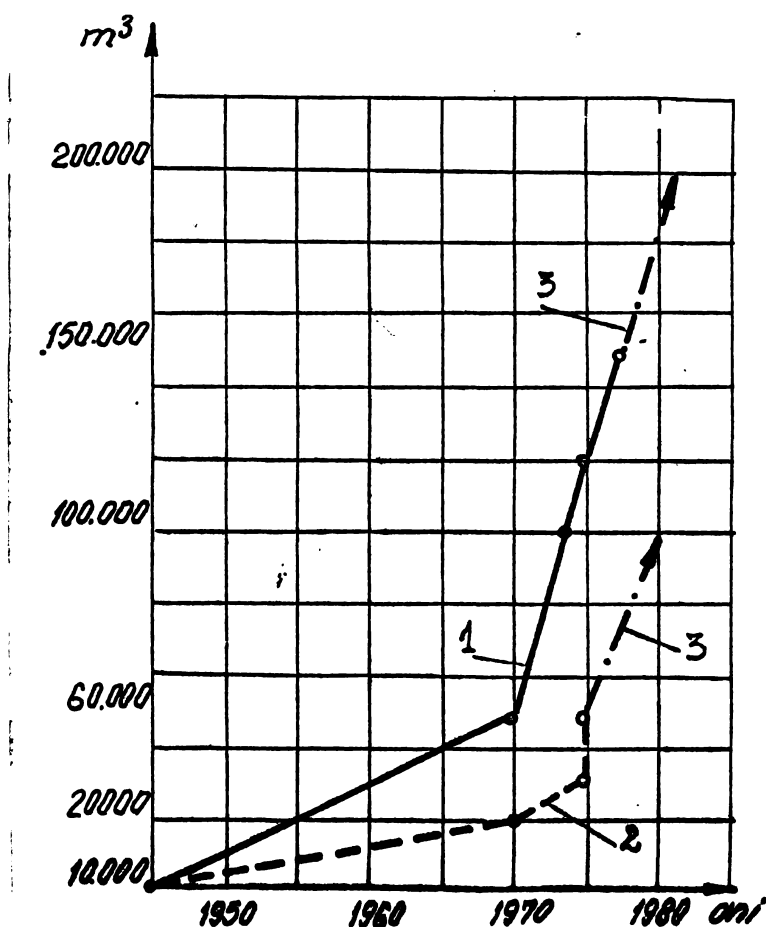


Fig.1.1. Evoluția creșterii capacității rezervoarelor cilindrice verticale de mare capacitate și stocarea produselor petroliere volatile lichide;  
1. evoluția creșterii capacităților de depozitare a rezervoarelor realizate pe plan mondial;  
2. idem în România;  
3. evoluția creșterii capacităților în perspectivă;

Acești factori au condus la dezvoltarea rapidă a construirii rezervoarelor de depozitare și stocaj, avind ca scop firesc, în mod deosebit stocări de produse în cantități tot mai mari, în condiții economice tot mai avantajoase.

Datorită considerentelor arătate s-a ajuns ca în zilele noastre să se dispună, pe plan mondial, de o foarte variată gamă de soluții constructive de rezervoare, dintre care enumerăm unele pe care se consideră a fi mai importante:

- capacitate de depozitare;
- forma geometrică exterioară;
- natura și caracteristicile materialelor de depozitat;
- calitățile și caracteristicile materialelor de construcție;
- procedeele de construcție și de montaj;
- presiunea și temperatura maximă interioară de depozitare;
- tipul și forma capacului, etc.

Avind la bază aceste considerente s-a ajuns, ca pe plan mondial, să fie realizate rezervoare cilindrice metalice cu capacități de depozitare ce variază între 100 și 150.000 m<sup>3</sup>, cu diametre pînă la 100 m, ținind seama de particularitățile impuse de fiecare criteriu, după nevoile cerute de factori industriali și în mod deosebit de cei economici /83, 104, 125, 127/.

După relațiile din studiul de largă sinteză /88/ pe parcursul și în condițiile evoluției tehnologice a o serie de activități industriale cum sînt cea tripartită, de industrializare a țițeiului (extracția, prelucrarea și chimizarea), chimică și petrochimică cu multiplele lor subdiviziuni, tehnologiile de construcții și montaj, mai ales în ceea ce privește rezervoarele metalice cilindrice verticale, au suferit modificări principale și constructive importante. În principiu acestea au fost cerute sau mai bine zis impuse de condițiile de depozitare pentru înlăturarea degradărilor calitative și a pierderilor produselor lichide și semilichide, prin evaporare, sau alte cauze cum ar fi defecte cauzate de materiale necorespunzătoare, sau aplicare de procedee de sudare greșite, ruperi fragile, etc.†

#### 1.2.2. Considerente care au stat la baza construirii rezervoarelor cilindrice.

În perioada revoluției tehnico-științifice care este în plină desfășurare în zilele noastre, obiectivele care au stat la baza realizării rezervoarelor cilindrice au fost multiple /23, 63, 87, 88, 89, 23, 25, 26, 127/ dintre care se amintesc:

- creșterea vertiginosă a capacității de depozitare a rezervoarelor metalice individuale cu tendința de a ajunge într-o perioadă scurtă pînă la  $200.000 \text{ m}^3$ , capacitate, cu capac flotant și cu membrană simplă sau dublă, etc.;

- standardizarea rezervoarelor pînă la  $50.000 \text{ m}^3$  în tot mai multe țări dintre care: S.U.A.; U.R.S.S.; Anglia; Japonia; România; R.F.G., etc.;

- înălțimea de umplere a ajuns la 18 m;

- s-a diversificat și extins folosirea capacelor plutitoare.

- s-a cercetat, studiat și ajuns la sisteme de etanșare de mare eficacitate;

- s-a extins construirea de rezervoare pentru presiune ridicată în spațiul liber de gaze, ajungîndu-se pînă la volume de  $20.000 \text{ m}^3$  și presiuni a păturii gazoase pînă la 1.700 - 1.800 mm C.A. /37/;

- s-a extins folosirea oțelurilor slab aliate cu rezistență de rupere ce depășește valoarea de  $\sigma_r = 80 \text{ daN/mm}^2$ ;

- s-a realizat îmbunătățirea tehnicii de combatere a incendiilor prin injectarea spumei la o înălțime de peste 18 m și distanță de peste 40 m.

### 1.2.3. Criterii de clasificare a rezervoarelor metalice cilindrice verticale.

#### 1.2.3.1. Clasificarea după capacitatea de depozitare.

După cercetări temeinice din punct de vedere tehnic și economic a standardizării și tipizării acestei categorii de rezervoare pentru depozitarea produselor petroliere, unii cercetători /104/ propun:

- rezervoare de capacitate mică, pînă la  $2000 \text{ m}^3$  cu capac susținut de o construcție metalică ușoară;

- rezervoare de capacitate mijlocie pînă la  $10.000 \text{ m}^3$  cu capac fix plat pe stâlpi, sau bombat cu sau fără stîlp de susținere central;

- rezervoare de mare capacitate, de la  $20.000 \text{ m}^3$  la  $200.000 \text{ m}^3$  (pînă la ora actuală).

#### 1.2.3.2. Clasificarea după procedeele de asamblare prin sudare.

După aceste procedee rezervoarele metalice se împart în două categorii:



- rezervoare agabaritice ce se assemblează prin sudare tablă cu tablă pe șantier, automat în CO<sub>2</sub> și sub flux, sau manual prin topire electrică cu electrozi înveliți și mixt (rezervoare peste 10.000 m<sup>3</sup> capacitate);

- rezervoare agabaritice ce se assemblează și sudază automat sub strat de flux prin metoda rulării în uzină pe standuri speciale, care sub formă de mесоare rulate pe dispozitive rotative, se transportă pe șantier la locul de montaj, unde se montează prin derularea celor trei subansamble - manta, fund și membrană - urmînd ca la fața locului să se execute, o singură îmbinare la subansamblele livrate din două rulouri sau două suduri la cele livrate din trei rulouri.

Din cauza reducerii volumului de lucrări pe șantier și deci a reducerii timpului și cheltuielilor de montaj pe unitatea de rezervor, această metodă cunoaște o foarte mare aplicație în S.U.A., U.R.S.S., România, etc.

Acest tip de rezervoare nu este acceptat în unele țări, ca neavînd un aspect exterior estetic /98, 127/.

#### 1.2.3.3. Clasificarea după practici de șantier.

După o experiență de peste 30 de ani în practica construirii și montării marilor parcuri de rezervoare de depozitare și stocaj de pe șantierul de construcții-montaj ale rafinăriilor și combinatelor chimice și petrochimice din țară, s-a convenit prin consens ca, în general, rezervoarele cilindrice pînă la 1.000 m<sup>3</sup> capacitate să fie denumite rezervoare de mică capacitate, cele între 1.000 și 10.000 m<sup>3</sup> de capacitate mijlocie și cele peste 20.000 m<sup>3</sup> de mare capacitate. Din această ultimă categorie se construiesc, la ora actuală, în mod curent, rezervoare de 20.000, 31.500 și 50.000 m<sup>3</sup> capacitate. Tehnologiile de montaj și sudare pentru aceste rezervoare, s-au elaborat pe baza cercetărilor efectuate pe parcursul montării și sudării prototipurilor pe șantierul C.P. Pitești /25, 27/. Acestea au avut ca bază condițiile tehnice de montaj /20/, normetivele și instrucțiunile legale în vigoare, precum și dificultățile întîmpinate, pe parcursul evoluției lucrărilor în condițiile climatice ale celor patru anotimpuri ale anului calendaristic.

#### 1.2.4. Asamblarea prin aplicarea metodei de sudare prin rulare a rezervoarelor agabaritice.

Literatură de specialitate /98, 127/ și studiile de specializare

a unor cadre ingineresti din țara noastră în U.R.S.S. prezintă informații că în această țară construirea de rezervoare prin metoda rularii s-a introdus în anul 1951, cu construcția rezervoarelor de 5.000 m<sup>3</sup> și a părților cilindrice ale clopotelor gazometrelor până la 50.000 m<sup>3</sup>. Astăzi se construiesc rezervoare rulate cu mantă dublă până la 50.000 m<sup>3</sup>. La noi în țară se construiesc cu acest procedeu rezervoare din oțel carbon și crom-nichel până la 10.000 m<sup>3</sup> capacitate /98/.

Cercetările și studiile teoretice și experimentale ale fenomenelor elastice și plastice la care este supus materialul pe parcursul rularii, au fost efectuate de inițiatorul aplicării acestei metode în U.R.S.S., S.V. Racvachi, colaborator la Institutul de sudură electrică "E.O.Paton" din Kiev /93/. Datorită avantajelor tehnico-economice ce se obțin prin aplicarea acestei metode, cercetătorii sovietici, urmărind executarea rezervoarelor cilindrice de capacități din ce în ce mai mari, au ca obiect în studiile de cercetare /127/:

- economia de metal, prin utilizarea de oțeluri de înaltă rezistență și aliaje de aluminiu;

- scurtarea lungimii îmbinărilor sudate prin mărirea dimensiunilor tolelor la 3.000 x 10.000 mm și 3.000 x 12.000 mm pentru rezervoare de mare capacitate cuprinse între 100 - 150.000 m<sup>3</sup>;

- utilizarea de mantale cu pereți dubli, pentru a se putea suda prin rulare mantale pentru rezervoare de capacități până la 50.000 m<sup>3</sup>, folosindu-se în acest scop table de grosimi care pot fi asamblate prin metoda rularii în uzină.

Dublarea mantalei se face la exteriorul rezervorului, în dreptul virolelor interioare, care în cazul mantalei simple necesită grosimi ce nu pot fi rulate; fig. 1.2.

Pentru asigurarea unei transmiteri uniforme și depline a eforturilor de împingere de la mantaua interioară la cea exterioară, interspațiul inelar se umple cu un material friabil sau plastic.

S-a experimentat și se recomandă în acest scop, ca fiind mai la îndemână pe șantiere, turnarea de beton cu agregate fine /127/

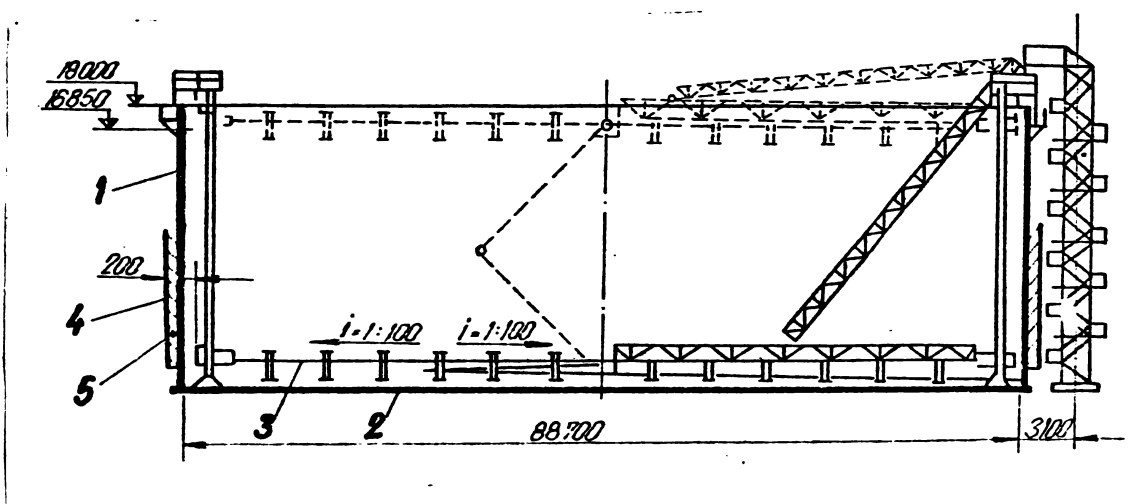


Fig.1.2. Rezervor cilindric vertical de  $100.000 \text{ m}^3$  cu menta dublă și capac plutitor;  
1 - mentaua principală; 2 - fundul rezervorului;  
3 - membrana - capac flotant; 4 - mentaua dublă;  
5 - umplutura în spațiul inelar /127/.

### 1.3. Evoluția mijloacelor de depozitare a gazelor lichefiate și în mod deosebit a rezervoarelor sferice.

#### 1.3.1. Evoluția diferitelor forme de depozitare

Preocuparea de depozitare și manipulare a gazelor combustibile naturale, petroliere și de altă natură, din cauza multilateralității utilizărilor, a fost și continuă să fie o preocupare majoră în dezvoltarea tehnicii mondiale.

Posibilitatea transportării și depozitării lor într-un volum concentrat în stare lichefiată, a condus la dezvoltarea unei noi tehnici denumită "tehnica criogenică" care, deși cunoscută în stadiu de laborator mai bine de un secol, și-a luat un mare avânt de dezvoltare abia după cel de-al doilea război mondial.

În acest scop, după studii și cercetări asidue în mai multe țări interesate în ceea ce privește mijloacele și volumul de depozitare, lăsând deocamdată la o parte rezervoarele sferice, care făcând parte din obiectul lucrării de față, vor fi tratate în paginile următoare mai detaliat, stadiul actual al mijloacelor de depozitare al acestor categorii de combustibili cunoaște evoluția arătată mai jos.

### 1.3.1.1. Rezervoare metalice cilindrice verticale izolate.

Aceste rezervoare se construiesc în două variante: cu manta simplă și cu manta dublă. Ambele tipuri de rezervoare se folosesc în toate țările producătoare și consumatoare de astfel de combustibili.

Din multitudinea de rezervoare cilindrice cu manta simplă construite în S.U.A., U.R.S.S., R.F.G. și alte țări, se menționează cele din S.U.A., pentru propan cu o capacitate de  $V = 4.300 \text{ m}^3$ ; presiunea de depozitare de  $0,034 \text{ kgf/cm}^2$  la o temperatură de  $-43,4^\circ\text{C}$  și cel cu un volum  $V = 69.200 \text{ m}^3$  echivalent cu un volum de gaz depozitat de  $23.200.000 \text{ Nm}^3$  ( $D = 67 \text{ m}$ ;  $H = 19,8 \text{ m}$ ).

Rezervoarele cu manta dublă metalică se execută din oțel carbon manta exterioară și cea interioară pentru gaze naturale lichefiate, din oțel 9 % Ni. Distanța dintre manta variază între 760 mm și 1.520 mm, care se umple cu material termo-izolant corespunzător (de regulă perlit sau fibre de sticlă inertizate cu metan sau azot) /73, 67, 65, 68, 91, 98, 93/. Acest tip de rezervoare este utilizat în foarte multe țări, între care și țara noastră - de ex. la Fabrica Oxigen a Combinatului Siderurgic Galați.

Dintre capacitățile realizate, menționăm ca mai importantă, rezervorul din Tennessee S.U.A., cu o capacitate  $V = 48.332 \text{ m}^3$ ; cel din Italia - Genova - cu  $V = 47.700 \text{ m}^3$  /  $D = 51,8$  și  $H = 30,5 \text{ m}$  și 4 buc. recent montate în portul Odesa pentru depozitarea amoniacului lichid cu capac fix cu  $V = 44.000 \text{ m}^3$ ,  $t = -33^\circ\text{C}$ ;  $D = 61,8 \text{ m}$  și  $H = 21,3 \text{ m}$ , la care îmbinările verticale au fost sudate automat sub strat de flux și cele verticale, manual /131/.

### 1.3.1.2. Rezervoare de forme și construcții diverse pentru depozitarea gazelor lichefiate.

Cercetându-se în continuare căile de reducere a prețului de cost de depozitare a acestor combustibili în stare lichefiată, după studii îndelungate în diferite țări, s-a ajuns la realizarea diversificată a mijloacelor de depozitare dintre care seamănăm:

- rezervoare escavate în pământ și etanșate prin înghețare artificială a spei din terenul respectiv, în care scop se recomandă terenuri alăptinease. După finisarea gropii, care va forma rezervorul, se așază un capac metalic izolat, care se etanșează în stratul de pământ înghețat. Construcția acestor tipuri de rezervoare a început prin anul 1960 în S.U.A. sub formă experimentală și în anul 1963, a intrat în fază industrială. Primul rezervor de acest tip

are următoarele caracteristici: diametrul groapei  $D = 30,00$  m; înălțimea  $H = 29,00$  m; volumul de depozitare  $V = 21.500$  m<sup>3</sup>; capacul din oțel 9 % Ni susținut de stâlpi din beton prefabricat de 5,80 m și este prevăzut cu un trenson suprateran de 4,60 m, care împiedică intrarea scurgerilor de pe sol în rezervor. Rezervorul a costat cu 15 % mai puțin decât unul metalic de aceeași capacitate /78/. Deși acest tip de rezervoare nu poate fi construit decât în anumite locuri, totuși datorită prețului de cost redus în comparație cu a celor metalice de aceeași capacitate, are o răspândire destul de mare. În prezent astfel de rezervoare cu o singură sau două centuri de pământ înghețat și capac din oțel sau aluminiu, cu sisteme de etanșare brevetate în mai multe țări, se construiesc în S.U.A., Anglia, Belgia, Algeria, etc. cu volume de depozitare pentru diferite gaze care variază între 20.000 și 47.500 m<sup>3</sup> la temperaturi de depozitare cuprinse între -40 și -162°C și presiuni până la 2.500 mm coloană apă /19, 111/.

- bezine de depozitare cu capac plutitor de grosime cuprinsă între 20 și 40 cm format din două membrane etanșe între care se pune un material izolant adecvat. Acestea necesită o escavare nu prea adâncă, însă de mare suprafață (brevet francez) și cu un preț de cost mai scăzut decât cele în pământ înghețat /19, 78, 101/.

- rezervoare din beton armat s-au realizat în S.U.A. începând din 1960, dar acest mijloc de depozitare nu cunoaște o răspândire notorie /14, 6/;

- depozitarea în caverne subterane din masivele de sare și depozite amenajate în straturi salifere, prezintă o înaltă eficiență economică, din care motiv procedeul s-a răspândit în S.U.A., U.R.S.S., Canada, Franța și alte țări /115/.

La noi în țară s-a studiat posibilitatea depozitării etilenei lichefiată într-un depozit subteran interconectat între marile unități producătoare și consumatoare de etilenă. Această posibilitate s-a ivit prin putința creierii unui astfel de depozit în apropierea Combinatului Chimic din Râmnicu-Vilcea, într-un masiv de sare gemă /94/. Volumul util al cavernei  $V = 150.000$  m<sup>3</sup>; greutatea etilenei depozitate între 51 - 200 kgf/m<sup>3</sup> și deci posibilitatea de depozitare la presiune a unei cantități cuprinsă între 7.600 și 30.000 tf /94/.

- depozitarea gazelor lichefiate în galerii subterane amenajate, în care s-au realizat capacități de depozitare cunoscute, între

10.000 și 50.000 m<sup>3</sup> în Franța și de 40.000 m<sup>3</sup> în S.U.A. /24, 115, 60, 74/.

Se mai depozitează gaze lichefiate în galerii realizate cu explozii subterane simple, dar acestea cunosc o foarte puțină răspândire numai în U.R.S.S. și S.U.A.

### 1.3.2. Evoluția volumului rezervoarelor sferice și a formei geometrice a segmentelor.

#### 1.3.2.1. Criteriile care stau la baza evoluției capacității de depozitare.

Dezvoltarea vertiginoasă în ultimele trei decenii a industriei chimice și petrochimice, atât pe plan mondial cât și la noi în țară, a pus problema acută a depozitării gazelor lichefiate în incinta combinatelor de producție pentru a putea fi utilizate pe cel mai scurt traseu în circuitul tehnologic de chimizare în instalațiile aferente.

Criteriile selecționate din stocul informațional și care a stat la baza cercetărilor pentru determinarea celui mai optim mijloc de depozitare a gazelor lichefiate sub presiune și implicit la temperaturi scăzute, au fost și continuă a fi între altele:

- depozitarea celei mai mari cantități pe unitate de volum;
- evitarea defectelor ce ar putea surveni urmare acțiunilor de corodare a gazelor de depozitat și a neuniformizării repartiției eforturilor exercitate de gazele sub presiune asupra întregii suprafețe a recipientului;

- alegerea celui mai potrivit oțel pentru a răspunde cerințelor de mai sus, inclusiv asupra efectelor cauzate de temperaturile scăzute, la care aceste gaze trec în stare lichidă sub acțiunea presiunii;

- soluții tehnologice eficiente pentru montaj și asamblare în vederea scurtării termenului de execuție;

- determinarea celei mai eficiente forme și mărime a petelelor în vederea obținerii unei geometrii care să permită pe lângă un montaj ușor și o scurtare a lungimii cordonului de sudură cunoscând că procesul de sudare la acești recipienti este dificil și costisitor;

- sudarea la sol a cât mai multe petale, atât cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți, cât mai ales cu cel automat sub stres de flux, pe standuri speciale, în limitele unor posibilități de montaj cu mijloace normale din dotarea gantierelor.

Urmare acestor cercetări și studii din toate părțile intereseate s-a concluzionat că una dintre cele mai optime soluții de depozitare ale acestor fluide este cea a rezervoarelor de formă sferică, care include maximum avantajelor tehnico-economice ce stau la baza vestelor studii de rezolvare a acestei probleme.

1.3.2.2. Criteriile care stau la baza diversificării geometriei segmentelor, ale rezervoare de aceeași dimensiune și capacitate.

Scopul cercetărilor și al studiilor pe parcursul mai multor ani a factorilor intereseși a fost acela de a înfăptui un recipient de maximă eficacitate în condiții tehnico-economice sporite.

Componentele majore ale traducerii în fapt a acestui postulat sînt concretizate în:

- micșorarea grosimii peretelui sferei în condiții similare de volum, presiune, temperatură și caracteristici ale mediului de depozitat, care pe lângă avanta ele cauzate de economia de metal, a înlăturării tratamentelor termice de detensionare după sudare la oțeluri carbon de granulație fină din care se construiesc majoritatea rezervoarelor sferice, creiază și posibilitatea unei uzinări mai ușoare;

- găsirea unor forme a conturilor segmentelor care să ducă la scurterea maximă a cordonului sudat pe sferă la o greutate a segmentelor care să permită o manipulare și montare normală.

Dacă pentru realizarea micșorării grosimii peretelui segmentelor concură factori teoretici bine definiți, legați de presiune și natura agresivă pe linie de corodare a mediilor de depozitare, factorul formei segmentelor are variabile complexe în funcție de coeficienți de realizare constructivă și de montaj, care nu sînt la indemina curentă. Datorită acestora, geometria îmbinărilor sudate, ale rezervoarelor sferice, cunoaște o evoluție dinamică de la începuturi și pînă astăzi, concretizată în:

- meridiene, paralele și zone, conform modelului celor geografice ale Perei;

- în formă de felii cum se taie o portocală; tăierea calotelor polare, înjumătățirea restului și tăierea acestora în felii uniforme;

- forme segmentelor după cele ale unei mingi de fotbal, în curs de evoluție, care ca fază primară au croșele segmentelor polare identici cu acelea ale mingii de fotbal și a celor ecuatoriale după

scelea ale feliilor de portocală, urmind ca în final, să se adopte pentru toți segmentii sferei, croiala formei geometrice după acelea ale mingii de fotbal, care duce la cea mai scurtă lungime a îmbinărilor sudate. Evoluția geometriei conturului segmentelor a condus la micșorarea numărului și a scurtării lungimii îmbinărilor sudate de la 640 m la 320 m fig. 1.3. și implicit a numărului segmentelor care au ajuns în final la 34.

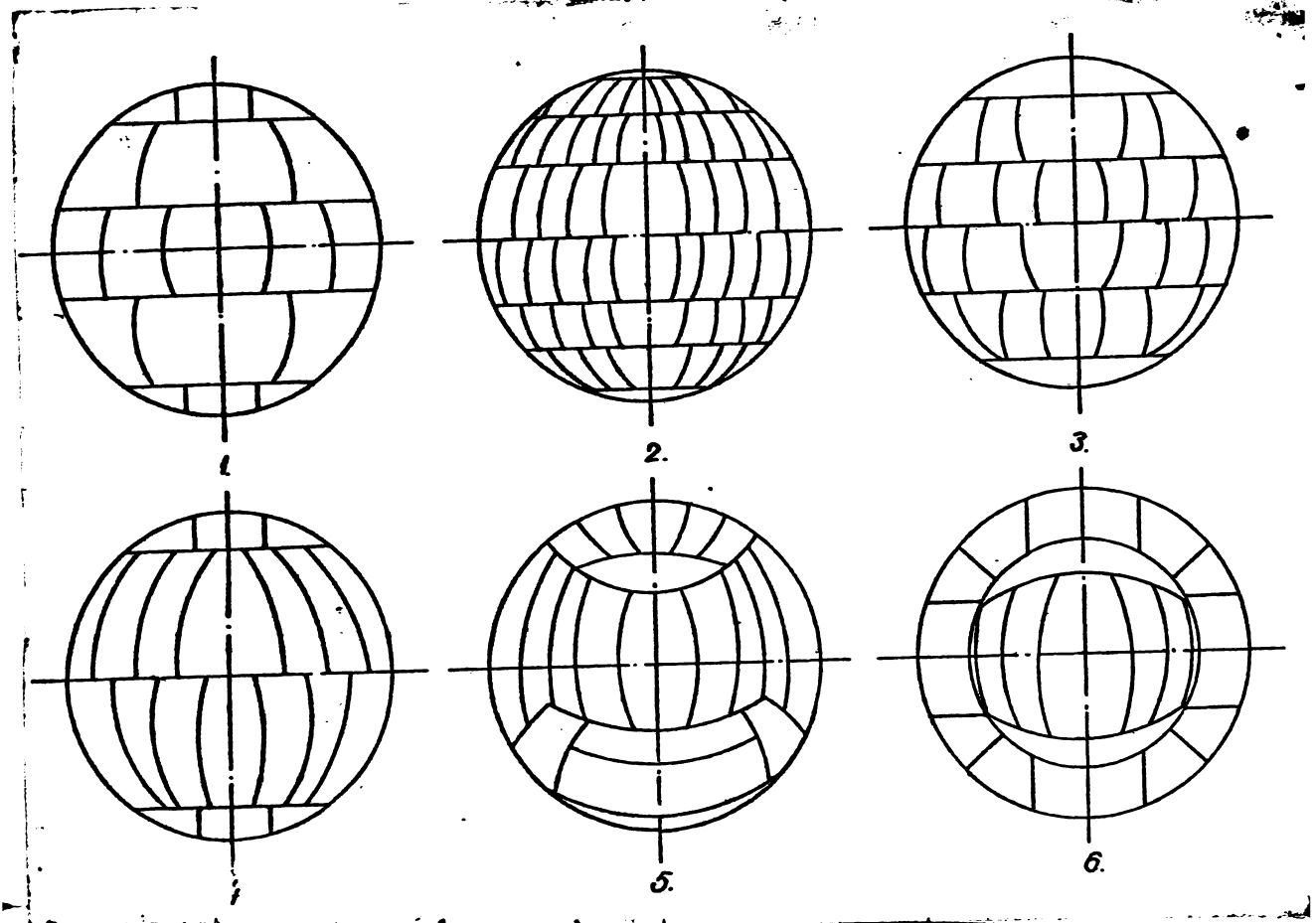
Desigur că cercetarea și studierea unor forme geometrice și contururi teoretice a segmentelor pot duce la realizări optime, însă pentru înfăptuirea practică a sferei, acolo pe șantier la locul prevăzut de montaj, necesită cercetate și studiate o serie de considerente în condițiile specifice, care să ducă în mod cert și eficace la o bună realizare a rezervorului, în conformitate cu prescripțiile din standarde, instrucțiuni, caiete de sarcini / 6; 12; 29; 50; 105 / și documentația tehnică respectivă, cum sînt:

- posibilitățile de uzinare cu eficiența economică sporită realizate cu mijloace de prelucrare adecvate normele (ambutisare, prelucrarea marginilor segmentelor, tipul și marca oțelului, etc.);

- posibilități de montaj în condiții de șantier cu procedee tehnologice care să cuprindă utilaje și mijloace curente din dotarea șantierelor de construcții-montaj;

- cercetarea, studierea și aplicarea unei tehnologii de sudare care să înlăture între altele deformațiile îmbinărilor sudate în cea mai mare parte posibilă, pentru ce montarea sferică se înscrie în limitele abaterilor prescrise în documentele oficiale respective.





**Fig. 1.5. Evoluția geometriei conturului segmentelor rezervoarelor sferice în vederea scurtării lungimii îmbinărilor sudate.**  
 1- rezervor sferic cu trei zone centrale și 2 calote polare  $V = 500 \text{ m}^3$ ;  $D = 9.800 \text{ mm}$ ; lungimea îmbinărilor = 280 m  
 Presia = 7 kgf/cm<sup>2</sup>; S-segn. = 15 m<sup>2</sup>; 2- rezervor sferic cu patru zone centrale;  $V = 1000 \text{ m}^3$ ;  $D = 12.400 \text{ mm}$ ; 168 segmente; lungimea îmbinărilor = 640 m; 3- rezervor sferic cu două zone ecuatoriale, cu segmente în formă de felii de portocală și două calote polare compuse din 138 segmente; lungimea îmbinărilor 428 m. 4- rezervor sferic cu o zonă ecuatorială cu segmente în formă de felii de portocală și două zone polare cu segmente cu contur geometric și așezare în formă de minge de fotbal,  $V = 1000 \text{ m}^3$ ;  $D = 12.400 \text{ mm}$  34 segmente lungimea îmbinărilor = 320 m; 5-6 forma și așezarea segmentelor zonelor polare la rezervorul cu 34 segmente. (Rezervorul 5-6 s-a executat în două variante : a) din oțel 36 S proveniență R.F.G. de 30 mm grosimea peretelui b) din oțel RV 52-7a/S1 elaborat de Combinatul Siderurgic Galați înălțime de grosime de 45 mm.  
 În toate cazurile rezervoarele sferice se rezcă pe picioare metalice din țevă care se sudază în uzină pe segmente respective.

### 1.3.2.3. Evoluția creșterii volumului rezervoarelor sferice pe plan intern.

Având în vedere că, în ceea ce privește depozitarea gazelor lichefiate, problema de cantitate nu este legată liniar cu cea de volum a recipientului, aceasta fiind în funcție de factori fizici ca: temperatura, în general negativă, stare, compresibilitate, presiune, etc., evoluția volumului propriu-zis al rezervoarelor sferice cunoaște o ascendență relativ lentă, aproape staționară până la un moment dat. Aceasta deoarece, în general cantitatea de gaz depozitat este legată de nevoia de imediată utilizare în procesele de chimizare din industria chimică și petrochimică respectivă.

Pe plan intern, realizarea rezervoarelor sferice a început din anul 1960 cu montarea subansamblelor sosite gata prelucrate din import, de proveniență din U.R.S.S. și R.F.G. la șantierele Onești și Săvinești /30/ cu capacități de 200, 500 și 600 m<sup>3</sup>.

Construcția segmenților și a tuturor subansamblelor rezervoarelor de fabricație indigenă a început din anul 1962 când la uzinele Reșița s-au realizat segmenții primului rezervor sferic de 600 m<sup>3</sup> pentru depozitarea gazelor lichefiate.

Începând din anul 1963, prin colaborarea dintre uzinele 23 August și Întreprinderea de Montaj București I.M.L. - azi Trustul de Montaj Utilaj Chimic București - T.M.U.C.B. - din Ministerul Construcțiilor Industriale, s-a început uzinarea rezervoarelor sferice de 1000 m<sup>3</sup> cu  $D = 12.400$  mm cu grosimea pereților cuprinsă între 20 și 30 mm, în funcție de presiunea interioară și temperaturi până la  $-50^{\circ}\text{C}$ , din oțeluri de import, având ca scop final nedeșăgirea grosimii de 30 mm pentru evitarea tratamentului termic de detensionare după sudare pe șantier, fapt ce comportă dificultăți și eforturi valutare care abia în ultime vreme sînt pe cale a se soluționa pe plan național. În acest scop s-a trecut la utilizarea de oțeluri cu granulație fină, după cum vom arăta în capitolele următoare.

Colaborarea dintre aceste două mari unități industriale este concretizată în următoarele contribuții:

- uzinarea și premontajul, sudarea picioarelor se execută integral de uzinele 23 August;

- montajul pe șantier se face integral de T.M.U.Ch.B. și începînd din 1975 și de către Trustul de Construcții Montaj și Reparații din Ministerul Industriei Chimice - T.C.M.R.I.C. București.

43 2.308  
329 F

După 1975 s-a trecut la realizarea, la noi în țară, de rezervoare sferice de  $1.000 \text{ m}^3$  cu manta simplă și o nouă geometrie a conturului segmentelor, așezată pentru formarea mantalei ca aproape aceea unei mingi de fotbal, din oțel de import BH 36 S. de 30 mm grosime.

După prima serie de 32 rezervoare de acest tip, s-a trecut la realizarea de rezervoare de  $1.000 \text{ m}^3$  din oțel indigen, elaborat la C.S.Galați cu grosimea peretelui de 45 mm, marca RV 52 - 7 a/1. Din 1979 s-a început montajul prototipului unui rezervor cu o capacitate de  $1800 \text{ m}^3$  cu aceeași formă geometrică a segmentelor și din aceeași marcă și grosime de oțel.

Aceste capacități acoperă satisfăcător, momentan, nevoile de depozitare și furnizare a gazelor lichefiate pentru necesități industriale de chimizare și casnice la noi în țară.

#### 1.3.2.4. Evoluția creșterii volumului rezervoarelor sferice pe plan mondial.

Pe plan mondial evoluția construcției rezervoarelor sferice s-a dezvoltat vertiginos datorită nevoilor industriale diversificate și impulsionate de exploatarea revoluției tehnico-industriale ce se desfășoară sub ochii noștri [110, 88, 131].

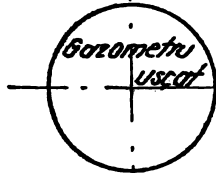
Dezvoltarea rezervoarelor sferice ca volum de depozitare și greutate proprie pe plan mondial este impresionantă. Astfel s-a ajuns ca să fie realizate sfere la o greutate de peste 3.000 t și un volum de peste  $100.000 \text{ m}^3$ .

Schematic evoluția creșterii volumului de depozitare și a greutății rezervoarelor sferice pe plan mondial se arată în fig. 1.4. /88/.

$V = 1500 \text{ m}^3$   
 $\rho = 6 \text{ Kg/cm}^2$   
 $D_i = 14,3 \text{ m}$   
 $S = 22 \text{ mm}$   
 $V = 5000 \text{ m}^3$   
 $\rho = 9 \text{ Kg/cm}^2$   
 $D_i = 21,2 \text{ m}$   
 $S = 30 \text{ mm}$

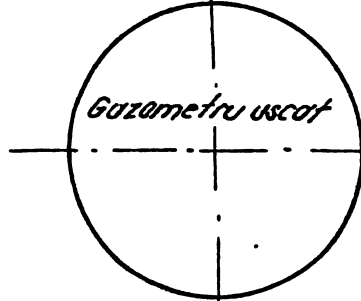


Otel german cu granulație fină BH 40 S  
 $g \cong 113 \text{ tf.}$   
 Constr.: 3 zone + 2 calote



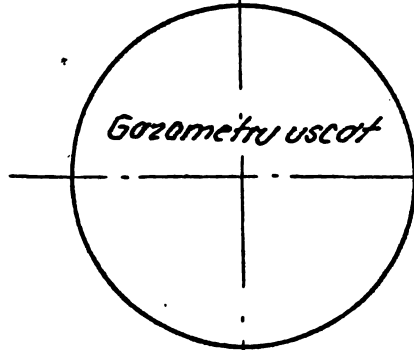
Otel german cu granulație fină BH 40 S  
 $g \cong 340 \text{ tf.}$   
 Constr.: 5 zone + 2 calote

$V = 20000 \text{ m}^3$   
 $\rho = 5,6 \text{ Kg/cm}^2$   
 $D_i = 33,7 \text{ m}$   
 $S = 28,5 \text{ mm}$



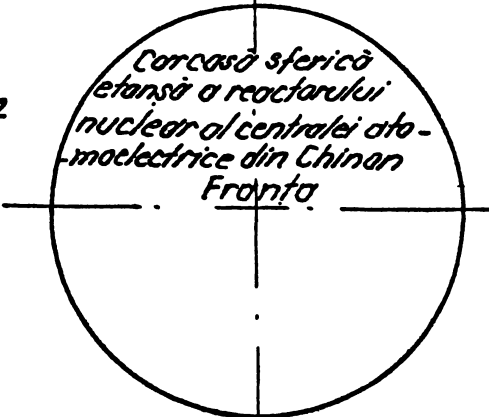
Otel german de granulație fină BH 50 S.  
 $g \cong 800 \text{ tf.}$   
 Constr.: 7 zone + 2 calote

$V = 55.000 \text{ m}^3$   
 $\rho = 4,5 \text{ Kg/cm}^2$   
 $D_i = 47,3 \text{ m}$   
 $S = 30 \text{ mm}$



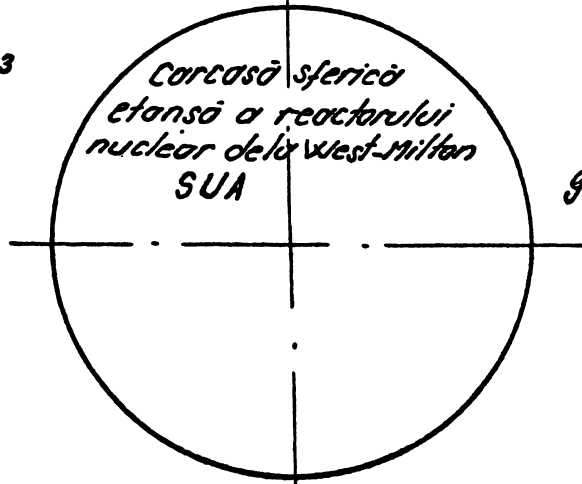
Otel german de granulație fină  
 FB 50  
 $g \cong 1700 \text{ tf.}$   
 Constr.: 9 zone + 2 calote

$\rho = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$   
 $D_i = 55,04 \text{ m}$   
 $S = 20 \dots 30 \text{ mm}$   
 $t = 235 \text{ }^\circ\text{C.}$



Otel francez HST  
 Constr.: 11 zone + 2 calote

$V = 113000 \text{ m}^3$   
 $D_i = 69 \text{ m}$



$g \cong 3000 \text{ tf.}$

Fig. 1.4. Evoluția creșterii volumice a rezervoarelor sferice [16].

### 1.3.3. Evoluția realizării constructive a mantalelor rezervoarelor sferice.

Pe parcursul evoluției construirii rezervoarelor sferice, cercetătorii au studiat, pe plan mondial, o serie de soluții care ar putea duce la depozitarea cu eficiență sporită a unor medii care reclamează izolarea termică exterioară a mantalei rezervorului.

În cadrul acestui context s-a început construirea de rezervoare sferice cu mantă dublă și strat izolant între mantale, încă din anul 1940.

La început mantaua interioară s-a construit dintr-un oțel 3,5 % Ni la o temperatură de depozitare de  $t = -156 \dots -160^{\circ}\text{C}$  și o presiune de  $0,2 \text{ kgf/cm}^2$ . Mantaua exterioară s-a executat din oțel carbon obișnuit. Stratul termorezistent a fost realizat prin umplerea spațiului inelar dintre cele două mantale concentrice a două treimi în partea inferioară cu plută granulată și treimea superioară cu blocuri de plută. Grosimea stratului a fost de 900 mm /28/.

După 1960 s-a trecut la studii pe scară largă în a se găsi evoluții din ce în ce mai corespunzătoare pentru depozitarea maximă a etilenei lichide. Una din concluziile care a reieșit din analize acestor studii, a fost aceea de a se depozita etilena lichidă în rezervoare sferice cu mantă dublă. Pe baza acestor concluzii s-a trecut de îndată la construirea acestui tip de rezervoare. Mantaua interioară s-a realizat, pe parcurs, în trei variante: din oțel de tip german 10 Ni 14; din oțeluri inoxidabile Cr-Ni și din aliaje de aluminiu, la presiuni puțin peste cea atmosferică ( $0,1 - 0,3 \text{ kgf/cm}^2$ ) și temperaturi cuprinse între  $-30^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$  /72, 69, 119/.

Ca materiale izolante cu care se umplu spațiile inelare dintre mantale se menționează: spumă poliuretanică și perlit granulat.

Efectuându-se în continuare cercetări cu privire la maximizarea eficienței tehnico-economice de depozitare a gazelor lichificate, s-a început construirea de rezervoare sferice cu mantă multistrat, pentru depozitarea bioxidului de carbon lichefiat /35, 118/.

Construirea de rezervoare cu mantă din mai multe straturi de table prezintă o serie de avantaje dintre care se menționează: aplicarea de procedee de sudare normale la table relativ subțiri din oțel carbon uzual, pentru straturile ulterioare ale mantalei

centrale a rezervorului sferic; realizarea de grosimi mari a mantalei prin suprapunere de table relativ subțiri care nu necesită tratamente termice și se ambutează și sudează fără luarea de măsuri speciale.

La toate tipurile de rezervoare sferice cu manta dublă s-au multistrat, sprijinirea sferelor concentrice a pus probleme care pînă la urmă au fost rezolvate prin sisteme diferite satisfăcătoare /5, 74/.

La noi în țară s-a executat un rezervor sferic cu manta dublă la C.C. Pitești, pentru depozitarea etilenei lichefiate de către Trustul de Montaj Utilaj Chimic București - T.M.U.Ch.B. - în colaborare cu firma LURGI din R.F.G. cu următoarele caracteristici:

- mantaua interioară din oțel 10 Ni 14 cu  $T_{0,2} = 3.500 \text{ kgf/cm}^2$  și funcționează la o temperatură de  $t = -101^\circ\text{C}$ ,  $p = 1,5 \text{ kgf/cm}^2$  și gradul de umplere 1;

- mantaua exterioară din oțel german St 37-2;

- stratul termoizolant este format din azot;

- rezemarea mantalei exterioare pe stâlpii de susținere se face prin intermediul unui inel de rigidizare ecvatorial pe stâlpi iar cea interioară pe dispozitive speciale în 30 de puncte cu  $30 \times 4 = 120$  tiranți.

#### 1.3.4. Avantajele depozitării în rezervoare sferice a gazelor tehnologice în stare lichefiată.

În marea majoritate a cazurilor, gazele lichefiate tehnologice, în ultime vreme și cele destinate uzului casnic, se depozitează în rezervoare sferice.

În rezervoarele ce se construiesc în totalitate cu mijloace proprii la noi în țară, ale căror îmbinări sudate fac parte din obiectul lucrării de față, se depozitează următoarele medii lichefiate: butan, propan, metan, amoniac, butilenă, propilenă, etc.

Cu toate marile avantaje pe care le prezintă aceste mijloace de depozitare pe parcursul desfășurării procesului tehnologic de încărcare, de depozitare și descărcare, intervin o serie de dificultăți cauzate de mai mulți factori, dintre care menționăm:

- diferența foarte mare între coeficienții de dilatare volumici ai gazelor lichefiate și cei ai lichidelor obișnuite, fapt ce conduce la variații mari de volum chiar și în cazul unor variații mici de temperatură;

- în interiorul recipientului în mod permanent gazul se găsește în cele două stări: lichefiată și gazoasă. Raportul între volumele acestor două stări, care sînt inegale, este variabil în funcție de cantitatea volumică depozitată, presiune și temperatură. Datorită acestor schimbări continue între raportul celor două volume, în interiorul sferei se nasc o serie de eforturi care imprimă în manta tensiuni.

Aceste tensiuni conjugate cu unele impurități ce intervin, precum și cu creșterea din anumite motive a procentajelor unor elemente secundare (d.ex. sulfurul) provoacă adesea acțiuni de coroziune, dintre care cea mai periculoasă este cea fisurantă sub tensiune, cauzată în principal de hidrogenul care ia naștere în procesele electrochimice ale unor reacții de coroziune.

Pentru înlăturarea neajunsurilor ce pot lua naștere din cauza marilor variații de volum, măsura eficace este aceea de a se limita masa lichidului ce se depozitează într-un volum determinat, prin prescrierea gradului de umplere al recipientului, care reprezintă cantitatea de gaz lichefiat ce se poate depozita în condiții normale de securitate.

Gradul de umplere se definește după mai multe criterii:

- Conform /15/ gradul de umplere se definește a fi "raportul între greutatea în 1 kgf a gazelor lichefiate introduse într-un recipient și capacitatea acestuia în litri, respectiv greutatea maximă a lichidului în kgf pentru un litru de capacitate a rezervorului".

- După /14/ prin grad de umplere denumit și densitate de umplere, se înțelege "raportul între greutatea  $G_{GL}$  a gazului lichefiat depozitat și greutatea  $G_a$  a apei care ar umple recipientul de depozitat, adică:

$$\gamma = \frac{G_{GL}}{G_a} \times 100 \% \quad (1,1)$$

Volumul maxim de umplere cu gaze lichefiate a recipientelor se recomandă a fi 85 % din volumul geometric total, 15 % fiind rezervat pentru spațiul de gaze /12/.

La noi în țară gradul de umplere al recipientelor cu gaze lichefiate este dat în kgf/l și se indică în greutate volumice ( $\text{kgf/dm}^3$ ) și presiunile de vapori  $p_v$  /15/

Prin caupararea volumului ocupat de același gaz în condiții standard normele și volumul ocupat în stare lichefiată reese marele

avantaj al depozitării gazelor în stare lichefiată /16/, după cum se arată în tabelul 1.

Tabelul 1.1.

Compararea volumului  $V_0$  ocupat de gazele indicate în condiții de stare normală la temperatura de  $+ 20^{\circ}\text{C}$  și  $p = 1 \text{ kgf/cm}^2$  cu volumul  $V_L$  ocupat de același gaz în stare lichidă la temperatura lor de fierbere și la presiunea  $p = 1 \text{ kgf/mm}^2$  /15/.

Mr. crt.	Mediul gazos	Greutate volumică a gazului lichefiat $\text{kgf/dm}^3$	Temperatura de fierbere la $p = 1 \text{ kgf/cm}^2$ °C	Raportul $\frac{V_0}{V_L}$
	Propan	0,580	- 42,6	316
	Etilenă	0,564	-103,6	485
	Metan	0,421	-161,5	630
	Oxigen	3,140	-182,9	856
	Azot	0,807	-195,8	690
	Hidrogen	0,071	-253,0	850
	Heliu	0,125	-269,0	755

## Cap. 2. Materialie ce se utilizează la construirea rezervoarelor metalice

### 2.1. Factori care stau la baza alegerii materialelor metalice.

În cadrul cercetărilor și studiilor desfășurate pe un larg poligon de investigații pe parcursul evoluției formelor constructive ale rezervoarelor metalice, s-au avut în vedere o serie de factori care au condus la alegerea celor mai potrivite materiale. Mai jos se vor arăta unii dintre aceștia care par a fi mai specifici :

a) Factori metalurgici care se concretizează prin elaborarea de oțeluri cu caracteristici mecanice tot mai ridicate, rezistente la propagarea fisurilor și la acțiunile de coroziune la variații foarte largi de temperaturi și presiuni legate, fie de exploatare, fie de cele climatice și în mod deosebit la temperaturi joase legate de probleme diferite în contextul tehnicii criogenice.

b) Factori tehnologici, cuprind o mare varietate de fenomene legate de realizarea în bune condițiuni a recipientelor pentru a corespunde cerințelor multiple, existente, în exploatare. Dintre acești factori enumera:



- folosirea de oțeluri de sudabilitate bună a căror îmbinări sudate să asigure obținerea de caracteristici corespunzătoare cerințelor din caietele de sarcini și instrucțiunile oficiale în ceea ce privește rezistența de tracțiune, îndoire și reziliența, în mod deosebit, la temperaturi joase;

- folosirea de oțeluri slab aliate denumite "suprarezistențe" a căror rezistență la rupere a ajuns să depășească valoarea  $\sigma_T = 80 \text{ kgf/mm}^2$ ;

- folosirea de oțeluri care să reziste la variații pe un registru larg al temperaturilor din interiorul rezervoarelor de depozitare; la o stare neuniformă a eforturilor datorită variațiilor continue a presiunilor din spațiul de gaze; să fie rezistente la extinderea fisurilor; fig. 2.1. precum și la o puternică acțiune de coroziune care să manifestă în mod deosebit asupra fundului, capacului și a construcțiilor metalice de susținere a acestuia, precum și asupra virolelor inferioare și superioare ale mantalei.

- îmbinările sudate să nu prezinte crăpături, fisuri sau microfisuri care prin extinderea lor pot duce la ruperi fragile, drum sigur la svării greve /15, 81, 62, 108/;

- folosirea pe scară tot mai largă a procedeelor de sudare automate, mai ales la rezervoarele cilindrice de mare capacitate, în  $\text{CO}_2$  cu sîrmă, cu miez de flux și sîrmă cu inimă plină.

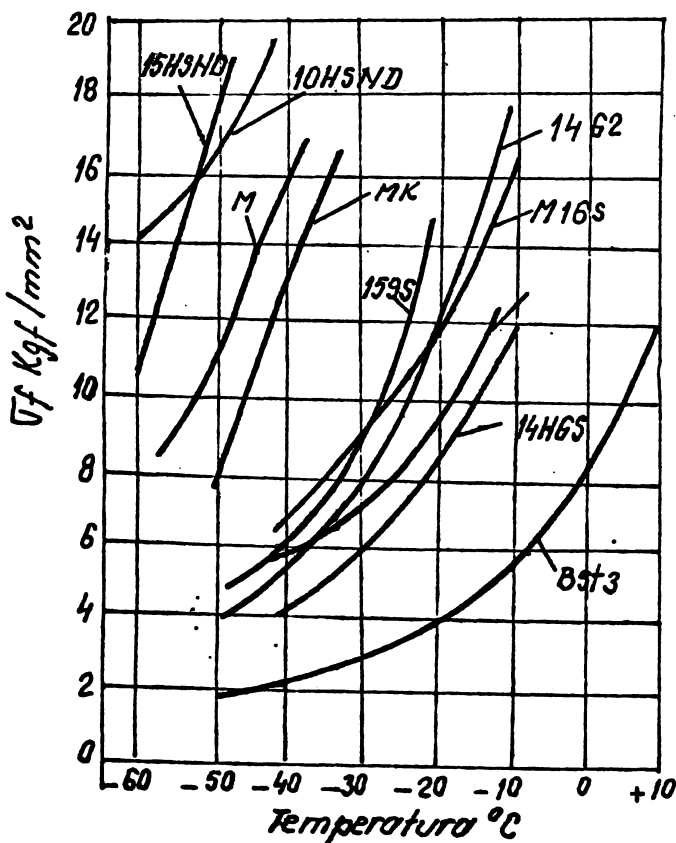


Fig. 2.1. Rezistența la extinderea fisurilor (rezistența critică) pentru diferite mărci de oțeluri sovietice /108/.

În acest din urmă caz, cu mașinile Worivell sau sub strat de flux, a fundului și capacului și foarte rar, încă neconcludent, a sudării îmbinărilor circulare ale virolelor acestor rezervoare automat sub strat de flux.

#### c) Factori de formă.

Găsirea celei mai potrivite forme exterioare a rezervoarelor pentru depozitarea și stocarea produselor petroliere și a gazelor combustibile a făcut de asemenea obiectul unor cercetări și studii în multe dintre țările interesate, fie producătoare, fie cumpărătoare de astfel de produse. Urmare acestora s-a concluzionat că pentru produsele petroliere lichide tipul cel mai indicat pentru depozitare și stocare este rezervorul cilindric vertical, iar pentru gaze, în stare naturală sau lichefiată ce se utilizează în procese de chimizare sau alte scopuri, este rezervorul sferic, cu monta simplă, dublă sau multistrat. Pentru realizarea practică a acestor tipuri de rezervoare s-au statornicit o serie de factori constructivi care au condus la realizarea scopului. Astfel s-au studiat și realizat tehnologii de sudare și montaj bazate pe experiență îndelungată și studii aplicative la fața locului, pe șantier, în scopul obținerii în final a unui rezervor corespunzător și încadrat în limitele abaterilor prevăzute în documentele oficiale /25, 26, 27/.

#### d) Factori constructivi

O problemă importantă în construcția de rezervoare o constituie cercetarea și studiile pentru găsirea și alegerea celei mai potrivite dimensiuni în ceea ce privește diametrul și înălțimea, în funcție de caracteristicile mediului de depozitare și stocaj. La alegerea soluției optime trebuie să se țină seama de o serie de probleme complexe cum ar fi: lucrări de fundație, de instalații pentru încărcare - descărcare; de alimentare a instalațiilor cu funcții tehnologice; instalații contra incendiilor și securității produselor în caz de avarii, etc.

#### e) Factori economici

Factori economici, de importanță majoră în ceea ce privește costul produsului finit, însumează toate elementele ce concură la realizarea produsului la un preț acceptabil, cât mai ieftin, începând de la proiectare, prin analizarea și adoptarea de soluții optime; economie de metal, de alte materiale, precum și de manoperă; calitate superioară a tuturor elementelor și control riguros între

fazele de operații pînă la desăvirșirea realizării recipientului. În final, prin luarea în considerare a acestor factori, lucrarea trebuie să conducă la realizarea unor construcții de depozitare, care să coste cît mai puțin pe unitatea convențională de depozitare și să fie de calitate corespunzătoare în comparație cu o construcție de același volum de depozitare, la aceeași parametri (presiune, temperaturi, etc.) și de aceeași calitate.

Acest deșiderat major comportă cercetări și studii îndelungate și luarea unor măsuri tehnico-organizatorice, care trebuie aplicate cu strictețe; cum ar fi aprovizionarea tehnico-materială, flux tehnologic rațional la lucrările de construcții-montaj; automatizări de procedee, etc.

## 2.2. Materiale metalice de bază

### 2.2.1. Considerații referitoare la alegerea materialelor.

Făcîndu-se o sinteză a stărilor material de cercetare investigate pe planuri multidimensionale și ținînd seama de factorii enumerați mai sus, problema alegerii, respectiv recomandării unui material pentru construirea mijlocului de depozitare sau stocare cerut, este o problemă complexă, și are la bază o serie de considerații care trebuie judicios cercetate. Dintre acestea se menționează: compoziția chimică, proprietăți tehnologice, capacitatea portantă, deformabilitatea plastică, comportarea la temperaturi scăzute, indicatori tehnico-economic, etc.

Comportarea materialelor metalice la temperaturi scăzute pare a fi unul dintre factorii cei mai importanți de care trebuie să se țină seama la alegerea materialului pentru construcția mijloacelor de depozitare a produselor petroliere și în mod deosebit a gazelor lichefiate. O recomandare de material necorespunzător poate duce la catastrofe, cazuri întîmplătoare în diferite țări /5, 112/. Ținîndu-se seama de acest considerent, materialele metalice pentru construcția rezervoarelor de depozitare și stocaj a produselor petroliere lichide și a gazelor naturale și petroliere în stare naturală și lichefiate, se pot clasifica în următoarele grupe:

- grupa oțelurilor carbon care cuprinde oțeluri carbon obișnuite, cu un conținut de carbon cuprins între 0,20 - 0,25 % C și temperatura de fragilizare la rece cuprinsă între  $-20^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$ ; oțeluri carbon calmate cu aluminiu și siliciu și adăugare de 1 % Mn, procedeu prin care se reduce conținutul de carbon la 0,10 - 0,15 % și coboară temperatura critică de fragilizare pînă la

- 45°,5 C - 50°C; oțeluri cu granulație fină. Oțelurile din această grupă, de diferite mărci și calități, se utilizează la construcția rezervoarelor cilindrice pentru produse petroliere semi-lichide și lichide de depozitare și stocaj precum și a celor sferice pentru anumite gaze în stare naturală sau lichefiată, a căror temperatură de depozitare este mai ridicată decât temperatura critică de fragilizare a oțelului respectiv /82, 122/;

- grupa oțelurilor slab aliate cu nichel, între 2,5 % și 5 % Ni, cu o utilizare largă în tehnica criogenică, pentru temperaturi cuprinse între -80°C și 100°C /7,15/;

- grupa oțelurilor aliate cu nichel, cu un conținut între 8 și 9 % Ni care se folosesc pentru temperaturi scăzute până la -185°C /7,120/. Influența conținutului de nichel asupra variației rezilienței cu scăderea temperaturii, se arată în fig. 2.2. /86/,

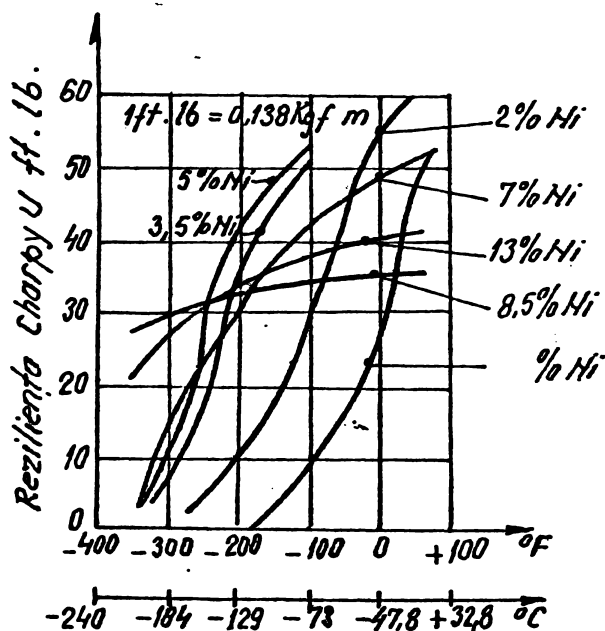


Fig. 2.2. Influența conținutului de nichel asupra variației rezilienței cu scăderea temperaturii /86/.

- grupa oțelurilor cromo-nichel austenitice, dintre care oțelurile cu 18 % Cr și 8 % Ni, se utilizează la temperaturi scăzute până la -260°C /74, 113/;

- aliaje de aluminiu, în general cele cu Mn și Mg prezintă o serie de avantaje față de oțeluri prin comportare excelentă sub sarcină la temperaturi scăzute, până la -260°C, precum și prin factorul economic concretizat printr-un preț de cost și manoperă de montaj, net inferior celui pentru același mijloc de depozitare, pentru același produs, presiune

și temperatura din oțel de teste tipurile /74,8/.

Pe scară redusă se mai utilizează în tehnica criogenică pentru construcția mijloacelor de depozitare a gazelor lichefiate aliaje de cupru și nichel tip monel și inconel, acestea din urmă în general pentru plăcși.

În legătură cu comportarea materialelor metalice la temperaturi scăzute cercetările au concluzionat, între altele, următoarele:

- este unanim recunoscut că rezistența mecanică a tuturor metalelor crește odată cu scăderea temperaturii, însă trebuie avut în vedere că la o gamă destul de largă de oțeluri, cu cât tablele de construcții sînt mai groase, cu atît crește pericolul de fragilizare /87, 88/ după cum se vede în fig. 2.3... 2.4.

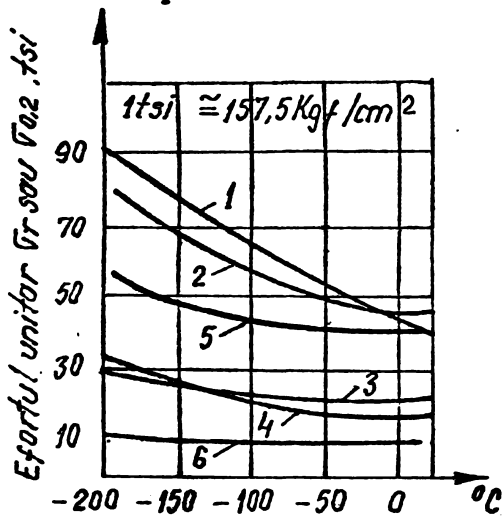


Fig. 2.3. Variația caracteristicilor mecanice  $T_R$  și  $T_{0,2}$  cu scăderea temperaturii în cazul unora dintre materialele metalice folosite în construcția de mijloace de depozitare a gazelor lichefiate /76/.

1 -  $T_R$  pentru oțelul austenitic de tip 364 (T304);  
 2 -  $T_R$  pentru oțelul 9 % Ni;  
 3 -  $T_R$  pentru aliajul de aluminiu VPS;  
 4 -  $T_{0,2}$  pentru oțelul austenitic de tip 304 (T304);  
 5 -  $T_{0,2}$  pentru oțelul 9 % Ni;  
 6 -  $T_{0,2}$  pentru aliajul de aluminiu VPS.

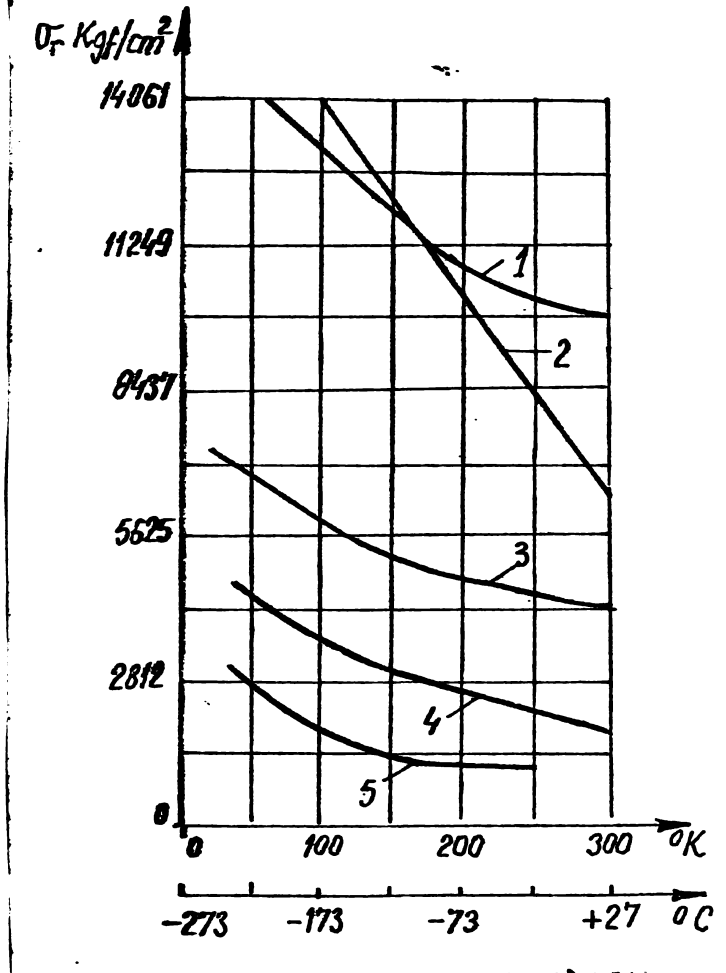


Fig. 2.3A Rezistența de rupere  $T_R$  în funcție de temperatură pentru diferite materiale (americane) /26/.

1 - oțel AISI - SAE 8630 ; 2 - oțelul aliat AISI 321; 3 - nichelul recopt; 4 - cuprul recopt; 5 - aluminiu 1100.

- comportarea la temperaturi joase a materialelor metalice este determinată în foarte mare măsură de rețeaua cristalină și fiecare /6,76/. Metalele care cristalizează în sistemul cubic cu fețe centrate, cum sînt alumiul, cuprul, nichelul și oțelurile austenitice, nu sînt susceptibile de fragilizare pînă la cele mai scăzute temperaturi. Cele care cristalizează în alte sisteme (cubic cu volum centrat hexagonală compactă) nu se bucură de acest privilegiu, ele prezentînd așa numite "praguri" de fragilizare.

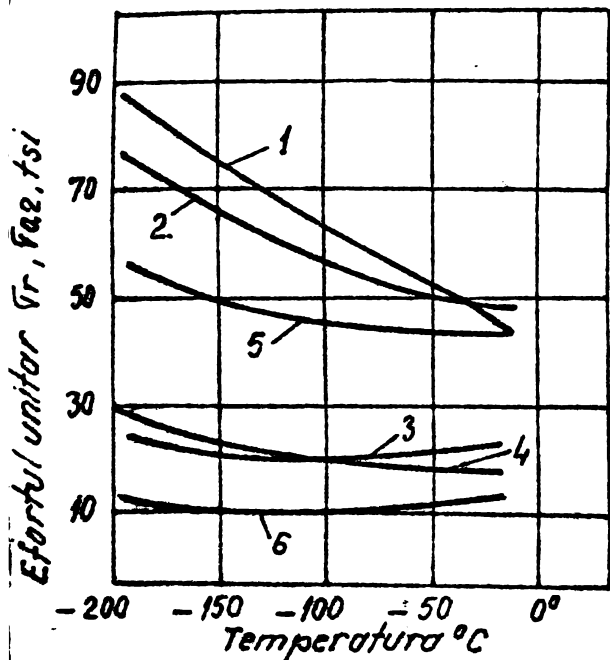


Fig. 2.4. Variația caracteristicilor mecanice  $T_{0.2}$  și  $T_{0.2}$  cu scăderea temperaturii în cazul unora dintre materialele (britanice) folosite în construcția de mijloace de depozitare a gazelor lichefiate /76/.  
 1 -  $T_{0.2}$  pentru oțelul 304 (AISI) T304 -; 2 -  $T_{0.2}$  pentru oțelul de tip 9 % Ni; 3 -  $T_{0.2}$  pentru aliajul de aluminiu NP8;  $T_{0.2}$  pentru oțelul austenitic de tip 304 (T304); 5 -  $T_{0.2}$  pentru oțelul 9 % Ni; 6 - pentru aliajul de aluminiu NP8.

Din punct de vedere al deformabilității plastice oțelurile se împart în oțeluri tenace și fragile. Se consideră oțeluri fragile acele oțeluri care la o anumită temperatură, prezintă valori de reziliențe KCU mai mici decât jumătate din valorile KCU și se obțin la temperatura de + 20°C. Valoarea acceptată este energia de rupere la o valoare de minimum 2,8 kgf/m la încercarea de încovoiere prin joc a unei epruvete de 10 x 10 x 55 mm cu creștătura în V, încercarea trebuind a se face conform STAS 7511 - 66.

În fig. 2.5. se prezintă un tabel sinoptic /83/ - în care se recomandă tipuri și mărci de oțeluri pentru construcția mijloacelor de depozitare și stocaj, pentru o serie de gaze lichefiate, iar în fig. 2.6. se arată generic, pe grupe, clase materialelor metalice care se utilizează în construcția mijloacelor de depozitare /84/.

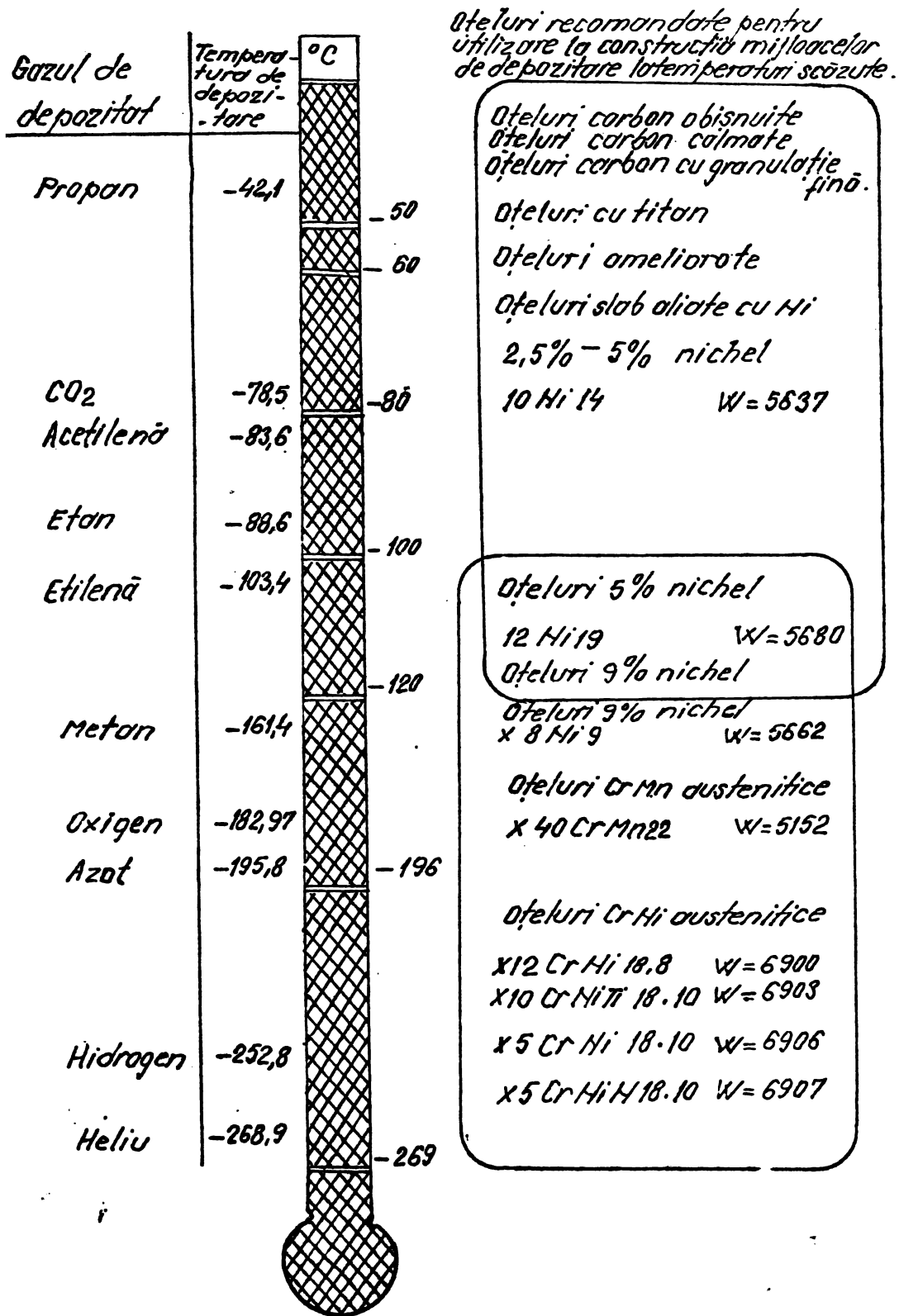


Fig. 2.5. Domenii de utilizare practică în cadrul temperaturilor joase și foarte joase a oțelurilor în construcția mijloacelor de depozitare a gazelor lichefiate [77].

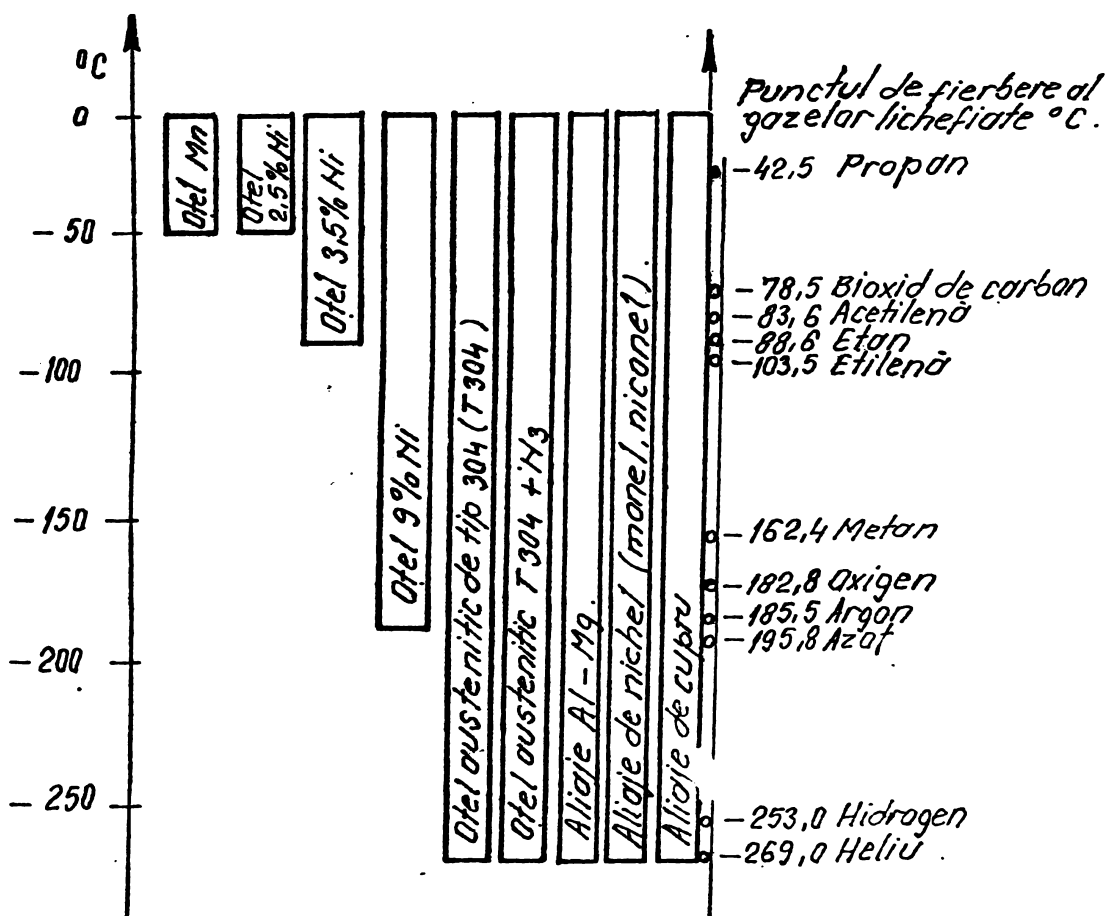


Fig. 2.6. Materialele metalice recomandate pentru utilizări în construcția de mijloace de depozitare a gazelor lichefiate /21/.

### 2.2.2. Materialele metalice de bază ce se utilizează la noi în țară.

Materialele metalice de bază care s-au utilizat și se utilizează în construcția mantalei, fundului, membranei - capac la rezervoarele cilindrice de mare capacitate și a segmentilor rezervoarelor sferice de 1.000 m<sup>3</sup> precum și a prototipului de 1.800 m<sup>3</sup> capacitate, în curs de montaj, cunosc următoarele evoluții:

- table uzinate în țară pentru rezervoare cilindrice de mare capacitate;

- table de import ambutilizate și croite după contrulul cerut de forma respectivă a segmentilor rezervoarelor sferice, la Uzinele 25 August București;



- table din oțel elaborat la Combinatul Siderurgic Galați ambutiașate și croite la Uzinele 23 August pentru forma respectiv a segmentelor rezervoarelor sferice de 1.000 m<sup>3</sup> și pentru prototipul de 1.800 m<sup>3</sup> în curs de montaj.

În tabelele 2.1. și 2.2. se enumeră oțelurile ce se utilizează în construcția rezervoarelor de depozitare și stocaj a produselor petroliere și a gazelor lichefiate, care se uzinează și montează cu forțe proprii la noi în țară, indicându-se compoziția chimică și proprietățile mecanice ale acestora.

Tabelul 2.1.

Compoziția chimică a oțelurilor utilizate la construirea rezervoarelor cilindrice de mare capacitate și a celor sferice:

\*\*\*\*\*

Nr. crt.	Denumirea oțelului	Marca și standardul	Compoziția chimică și %									
			C	Mn	Si	P	S	Ni	Al	V	As	Cr

\*\*\*\*\*

A. Oțeluri pentru rezervoare cilindrice de mare capacitate elaborate în țară.

a) Rezervoare de 20.000 și 31.500 m<sup>3</sup>

1. Monte OL 37-4 kgf 500/2,3-77 0,17 0,30 0,50 0,040 0,040 - - - - -

2. Table fund  
-marginale OL57 - 4 kgf 0,17 0,80 0,50 0,040 0,040 - - - - -

-centrale OL57 - 3K 0,17 0,80 0,50 0,040 0,040 - - - - -

3. Table capac OL 37 - 2K 0,18 0,80 0,17 0,050 0,050 - - - - -

b) Rezervoare de 50.000 m<sup>3</sup>

1. Monte OL 52-4 kgf 500/2,3-77 0,18 1,60 0,50 0,040, 0,040 - - - - -

2. Table fund  
-marginale OL52-4kgf 0,18 1,60 0,50 0,040 0,040 - - - - -

-centrale OL57-4 kgf 0,17 0,80 0,50 0,040 0,040 - - - - -

3. Table capac OL57-2K 0,18 0,80 0,17 0,050 0,050 - - - - -

\*\*\*\*\*

**3. Oțeluri pentru rezervoare sferice de import și elaborate în țară.**

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Al	V	As	Cr	Cu	N
1. Vst 3 URSS	0,14	0,35	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. F50Ak RFG	0,20	0,55	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. EH3bs RFG	0,16	1,6	max. 0,002 0,4	0,0025	max 0,3	0,015	max 0,1	max 0,02	0,3	0,03	0,01	
4. R5207a/s1 STAS 2883/2076	0,2	1,5- 1,65	0,15- 0,30	1,04	0,04	0,03- 0,07	0,025	0,15	-	-	-	0,08

Tabloul 2.2.

Proprietățile mecanice a oțelurilor utilizate la construirea rezervoarelor cilindrice de mare capacitate și sferice:

Nr. crt.	Denumirea sau marca oțelului	Rezistența de rupere la tracțiune $\sigma_{tr}$ daN/mm <sup>2</sup>	Limita de curgere $\sigma_{cl}$ daN/mm <sup>2</sup>	Alungirea la girea $\delta$ %	Reziliența		Reziliența		Reziliența	
					KCU2 1400-75 J/cm <sup>2</sup>	STAS AV 7511-73 (kgf/cm <sup>2</sup> )	KV STAS 7511-73 J(kgfm)	STAS KV 7511-73 J(kgfm)	STAS KV 7511-73 J(kgfm)	

**A. Oțeluri pentru rezervoare de mare capacitate cilindrice verticale**

1. OL37-2A	STAS 500/2-77									
	16	37-45	24	25	15=69(7)	+20°C	27(2,8)	-20°C=	27(2,8)	
2. OL37-3K	16	37-45	24	26	-	+20°C	27(2,8)	-20°C=	27(2,8)	
	16	37-45	23	26						
3. OL37-4K	16	37-45	24	26	-	-	-	-20°C=	27(2,8)	
	16	37-45	24	26						
4. OL52-4AKF								+20°C=		
	16	52-64	36	22	-	-	-	27(2,8)		
	16	52-64	35	22				20°C=		
									27(2,8)	
								-20°C=	27(2,8)	

**B. Oțeluri cu granulație fină pentru rezervoare sferice:**

5. VLF3-RFG	38-47	23-27	-	-	-	-	-	-	-	-
-------------	-------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---

Nr. crt.	Denumirea sau marca oțel	Rezistența de rupere la tracțiune $\text{daN/mm}^2$	Limita de curgere $\text{daN/mm}^2$	Alunzirea $\%$	Reziliența		Reziliența	
					KCU2 1400-75	STAS	KV 7511-73	STAS
6.	FB50AK-RFG	50-62	36	$\frac{1200}{T_r}$	16	-	KV30/3 la $-60^\circ = 5,5$	
7.	BH 36S-RFG	50-62 min	36	$\frac{1200}{T_r}$	$-40^\circ\text{C} = 5$ $-50^\circ\text{C} = 4,5$ $-60^\circ\text{C} = 3,5$	-	KV la $-30^\circ\text{C}$ 2,8 kgfm	
8.	RV52-7A/S <sub>1</sub> RSR STAS 2883/2-76 (S=40)	52-62	33-36	17 (S=45)	-	-	$-30^\circ\text{C} = 29(4,0)$ $-40^\circ\text{C} = 34(3,5)$	

2.2.3. Materiale de sudare utilizate la construirea rezervoarelor de mare capacitate cilindrice și sferice din oțel carbon.

Materialele de sudare care s-au utilizat la realizarea îmbinărilor sudate ale acestor două categorii de rezervoare care au în vedere la elaborarea lucrării de față, au fost cerute de procedeele de sudare ce s-au aplicat. Astfel, pentru sudarea fundului și membranei-capac a rezervoarelor cilindrice unde s-a utilizat procedeul de sudare automată sub strat de flux, s-au folosit cupluri sirmă - fluxuri adecvate calității oțelului respectiv; pentru sudarea automată a mantalelor în  $\text{CO}_2$  s-a folosit sirmă cu miez de flux și în sfârșit pentru anumite îmbinări la rezervoarele sferice, care vor fi arătate în capitolul 4, precum pentru totalitatea îmbinărilor unde s-a aplicat procedeul de sudare manual, prin topirea cu electrozi înveliți, s-au folosit electrozi înveliți de calitate corespunzătoare.

2.2.3.1. Sirmă și electrozi înveliți

În tabelele 2.3. și 2.4. se arată sirmele și electrozii înveliți folosiți la realizarea îmbinărilor sudate a părților componente ale acestor tipuri de rezervoare cu compoziția lor chimică și caracteristicile mecanice respective.

Tabelul 2.3.

Compoziția chimică a metalului depus cu sârme și electrozi de sudare.

Denumirea sârmei sau electrozilor	STAS	Compoziția chimică								Alte re- comandări STAS 9477-73
		C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Alte elem.	

a) Sârme pentru sudarea automată sub strat de flux

С 10	1126-76	max 0,10	0,40	max 0,03	max 0,20	max 0,30	0,03	0,03	-	FSM 37
С 10 NI	1126-76	max 0,10	0,8- 1,20	max 0,10	0,20	max 0,30	0,03	0,03	-	FSM 37
С 12 Mn2	1126-76	0,12	1,30- 1,60	0,50	0,40	0,30	0,03	0,03	-	FB 10

b) Sârme cu miez de flux pentru sudarea automată în CO<sub>2</sub> a mantalelor

1) Sârme pentru fabricările circulare.

Arcoșare 51 S	-	0,10	0,8- 0,9	-	-	-	-	-	-	Fabricat Italia
Arcoșare 53 S	-	0,10	1,10- 1,30	-	-	-	-	-	-	"

2) Sârme pentru fabricările verticale

Vertomax 240Y	-	0,10	1,30- 1,60	0,5	-	0,80- 1,20	-	-	-	"
------------------	---	------	---------------	-----	---	---------------	---	---	---	---

3) Electrozii înveliți

SUPERBAZ 76	1125/3-	0,05 0,10	0,50 1,10	0,25 0,80	-	-	max. 0,04	max. 0,04	-	Fabricat RSR
NIBAZ 55	"	0,05 0,09	0,80 1,20	0,20 0,80	-	0,50 0,80	max. 0,03	max. 0,03	-	"
FB 3	"	max. 0,10	1,0- 1,30	max. 0,40	-	1,00- 1,40	max. 0,025	max. 0,025	-	"
461 BRV1 DIN 1913	"	0,05	1,26	0,28	max. 0,3	1,04	0,025	0,025	-	Cu Fabricat max. 0,2 RFO As max. 0,2

Tabelul 2.4.

Caracteristicile mecanice ale metalului depus cu materiale de sudare utilizate pentru sudarea metalilor rezervoarelor cilindrice de mare capacitate și sferice.

Caracteristicile mecanice.

Denunțarea materia- lui de su- dare	R <sub>m</sub> 2 N/mm <sup>2</sup> (Kf/mm <sup>2</sup> )	R <sub>p</sub> 0,2 N/mm <sup>2</sup> (Kf/mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> % min.	+20°C	0°C	-20°C	-40°C	-60°C	Obs.
Arcosare 51 S	490-550 (49-55)	410-450 (41-45)	24 28	13,5 -	13,5 -	- -	- -	- -	Charpy V.
Arcosare 55 S	540-580 (54-58)	450-490 (45-49)	26- 28	- -	- -	- -	13,5	-	Charpy V.
Vertonax 2 MGY	540-600 (54-60)	400-450 (40-45)	22- 26	10 <sup>0</sup> 4,5	- -	- -	- -	-	Charpy V.
SUPERBAZ	510-550 (52-56)	450-470 (44-48)	26	140 (18)	100 (13)	80 (10)	40 (5)	-	
NILAZ 55	510-570 (52-58)	450-510 (44-62)	22	140 (18)			60 (7,5)	-	
EB 3	530-590 (54-60)	470-530 (48-54)	25				min. 100	min. 60	Charpy V.
461 - H VI	579-647	500-569	23	141- 172	-	-	-	38	Charpy V.
DIN 1913	(59-66)	(51-58)	28	(18- 22)	-	-	-	-	

2.2.3.2. Fluxuri topite pentru sudare.

Fluxurile care s-au utilizat la sudarea cu procedeul automat sub flux a fundurilor și membranelor - capace ale rezervoarelor cilindrice au fost fluxurile topite FB 20 și FB 37. Aceste fluxuri fabricate la I.S. Cimpia Turzii sînt fluxuri topite <sup>bazice și respectiv</sup> acide, silicomanganose, cu conținut mediu de oxid de mangan 20 %, respectiv 37% și sînt realizate în cuptoare electrice.

Compoziția chimică a fluxurilor și a metalului depus (informativ) în cuplu cu sîrmele utilizate se arată în tabelele 2.5. și 2.6., iar în tabelul 2.7. caracteristicile mecanice.

Simbolizarea fluxurilor este conform STAS 9477/1-73 și DIN 8557-61, compoziția chimică conform STAS 9477/2-73 și probe de metal depus conform STAS 7356/2-73.

Tabelul 2.5.

Compoziția chimică a fluxurilor utilizate

Fluxul	ScO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	S	P
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
FC10	35-30	8-11	17-21	7-13	16-21	4-6	1-2	1,5	0,07	0,07
FSM 37	41-44	35-39	4-8	2-4	max.2	2-4	1-2	2,0	0,15	0,00

Tabelul 2.6.

Compoziția chimică a metalului depus în cuplu cu sârmele utilizate.

Fluxul	Marca sârmei	Compoziția chimică a metalului depus %							Diametrul sârmei mm
		C	Mn	Si	Ni	Cr	B max	S max	
FB 10	Si2Mn2	0,12	1,30	0,50	max.	max.	0,03	0,03	4
					0,30	0,40			
FSM 37	Si0	0,05	0,80	0,50			0,03		4
	Si0 Mn1	0,08	1,00	0,55			0,03		4

Tabelul 2.7.

Caracteristicile mecanice ale metalului depus în cuplu cu sârmele utilizate

Fluxul	Marca sârmei	R <sub>m2</sub>	R <sub>p0,2</sub>	As	KV <sub>2</sub> J (KCV-kgf/cm <sup>2</sup> )		
		N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )		% min.	+ 20°C	0°C
FB 10	Si2Mn2	500(51)	400(41)	30	30	-	-
FSM 37	Si0	430(44)	330(34)	26	49(6)	39(5)	34(4,5)
	Si0Mn1	500(51)	350(36)	30	40(5)	34(4,5)	-

2.2.3.3. Gaze de protecție utilizate în procesul de sudare.

Gasul de protecție utilizat la sudarea îmbinărilor circulare în poziție cap în cap orizontal în plan vertical (cornițe) cu mășina circumstică și a celor verticale, fără prelucrarea marginilor,

cu mașina Vertomatic, a fost bioxidul de carbon - CO<sub>2</sub> - de  
Euziaș.

Livrarea gazului se face în butelii, în stare lichefiată,  
în următoarele tipuri și calități (SPAS 2962-976):

- tip A cu utilizare în scopuri alimentare;
- tip S pentru sudarea metalelor;
- tip T pentru turnătorii;

Bioxidul de carbon tip S pentru a putea fi utilizat în pro-  
cese tehnologice de sudare pe lângă condițiile de calitate garan-  
tate de standard trebuie să fie uscat în care scop, buteliile se  
așează cu gura în jos cel puțin 24 ore înainte de utilizare după  
care în aceeași poziție se purjează până când gazul care iese este  
perfect uscat. În circuitul de ieșire a gazului din butelie, se  
montează, după reductorul de presiune, un dispozitiv de uscare e-  
lectric dublat cu unul cu silicegel, pentru a nu permite antrenarea  
în baie de sudare a moleculelor de apă, azot și alte impurități  
(izvor sigur de porii).

Condițiile tehnice de calitate a bioxidului de carbon ce se  
furnizează conform SPAS 2962 - 76 se indică în tabelul 2.8.

Tabelul 2.8.

Condiții tehnice de calitate a bioxidului de carbon.

Tipul	A.	S.	T.	I.
Calitatea				I.
Culoare	incolor			
Miros	inodor			
Gust	slab înepător fără gust străin			
Bioxid de carbon, % vol.min.	98	99,5	98	96
Umiditate g/m <sup>3</sup> max.	2	0,3	3	3
Oxid de carbon, uleiuri minerale, etc.	lipsă			

Gazul de protecție CO<sub>2</sub> livrat în condițiile de calitate de mai  
sus, care s-a utilizat la sudarea mantalelor rezervoarelor cilindrice,  
nu este corespunzător, pentru sudare în condiții de gantier și în  
mod deosebit la temperatură ambiantă de sub + 10°C, chiar cu luarea  
măsurilor de preîncălzire, purjare a buteliilor și uscare cu uscător

electric și apoi trecut gazul prin aparat cu silicegel /28/ (a se vedea anexa ....)

Repercusiunile condițiilor de calitate a gazului de protecție  $CO_2$  asupra calității îmbinărilor sudate pe șantier au făcut obiectul unor ample studii de cercetare /16/ dintre care cele cu implicații în lucrarea de față, se vor prezenta în cap. 3 subcapitolul 3.12.

### 2.3. CONCLUZII

Analizând rezultatele cercetării și studierii datelor informaționale asupra evoluției dezvoltării construcțiilor rezervoarelor de depozitare și stocaj a gazelor combustibile naturale și de altă natură, a produselor petroliere, precum și a materialelor metalice ce se utilizează în acest scop, se desprind următoarele concluzii:

- dezvoltarea impetuează a tehnicii mondiale, inclusiv în țara noastră, începând cu decada a patra a secolului nostru, a condus la necesitatea realizării de mijloace de depozitare și stocaj a gazelor combustibile în stare naturală și lichefiat și a produselor petroliere lichide volutile de construcții și volume în creștere atât în țările producătoare cât și în cele consumatoare, impuse de nevoi de concurență și conjuncturale din ce în ce mai sporite;

- din considerații economice, tehnice, tehnologice și metalurgice, s-au întreprins cercetări și studii pe o arie foarte largă, având ca scop, între altele, realizarea unui volum cât mai mare cuprins într-o suprafață cât mai mică a mantalei exterioare;

- depozitarea celei mai mari cantități de produs pe unitatea de volum;

- economie de metal, realizată în final prin utilizarea de oțeluri cu caracteristici mecanice ridicate și utilizarea de mantale duble din table subțiri cu umplutură inelată pentru uniformizarea repartizării eforturilor cu materiale ieftine (ciment cu agregate fine, etc.) și pentru rezistență la împingere, precum și mantale multistrat la rezervoare sferice;

- după încercări și experimentări în diferite țări în ceea ce privește utilizarea diferitelor mijloace de depozitare (grote naturale și artificiale, teren înghețat, beton, etc.), s-a ajuns la concluzia, pe plan mondial, că cele mai potrivite geometrice și forme ale lor pentru depozitare și stocaj sunt rezervoarele metalice cilindrice cu capac fix și sferice pentru gaze în stare naturală și



lichefiate și cele cilindrice cu capse fix și flotant pentru produse petroliere volatile semilichide și lichide;

- după studii și cercetări îndelungate, s-a realizat o nouă geometrie a contururilor petelelor rezervoarelor sferice reducându-se atât numărul lor, cu observarea că greutatea pe bucată să nu depășească limita unei manipulări normale la montaj cu mijloace obișnuite de ridicare cu care este înzestrat un șantier de montaj și s-a scurtat lungimea îmbinărilor sudate pe măsura înaintării studiilor până ce s-a ajuns de la 640 m la 320 m pentru rezervoare de 1.000 mc secțiunea fiind în curs de desfășurare;

- pentru temperaturi joase între  $-50$  și  $-100^{\circ}\text{C}$  și foarte joase (sub  $-100^{\circ}\text{C}$ ) oțelurile încep să fi înlocuite cu aliaje de aluminiu.

## PARTEA II-A

### Cap. 3. STUDII ȘI CERCETĂRI CU PRIVIRE LA OPTIMIZAREA TEHNOLOGIILOR DE MONTAJ ȘI SUDARE, ÎN CONDIȚII DE ȘANTIER, A REZERVOARELOR CILINDRICE DE MARE CAPACITATE.

#### 3.1. Organizarea și dotarea tehnico-materială a locului de muncă în condiții de șantier.

În scopul realizării în bune condiții a desfășurării lucrărilor de construcții-montaj, care în fond să ducă la realizarea rezervoarelor de calitate corespunzătoare, s-au luat între altele, următoarele măsuri:

- s-a studiat proiectul de execuție cu care prilej s-au analizat soluțiile de montaj și sudare prezentate în lumina realităților și a experienței câștigate pe parcursul executării de lucrări similare în condiții de șantier;

- s-au propus și s-au acceptat de către proiectant unele soluții noi, de productivitate mărită, tehnicitate ridicată, sau de eficiență economică sporită, între acestea se menționează: înlocuirea sudării cu procedeul manual prin topire electrică a fundului și membranei capacului flotant al rezervoarelor (table de grosime între 5 și 8 mm) cu procedeul de sudare automat sub flux; înlocuirea maceralei turn cu o maceră pe pneuri pentru ridicarea tablelor pe ultima virolă montată, de unde se transportă la locul de montaj, cu cărucioare mobile, pe rulmenți, prin împingere, etc.

- S-au analizat implicațiile ce pot surveni cu ocazia desfășurării lucrărilor de montaj și sudare, care prin natura și volumul lor, se extind pe parcursul celor patru trimestre ale anului;

- S-au organizat locurile de muncă pe baza necesităților rezultate din studiul soluțiilor propuse de proiectant; a caracteristicilor subansamblelor mai importante ale rezervoarelor și a unor defecte de fabricație intervenite la tablele montajelor rezervoarelor de 31.500 m<sup>3</sup>, din cauza lipsei de dotare și experiență a uzinei prelucrătoare a acestora, la timpul respectiv, etc.

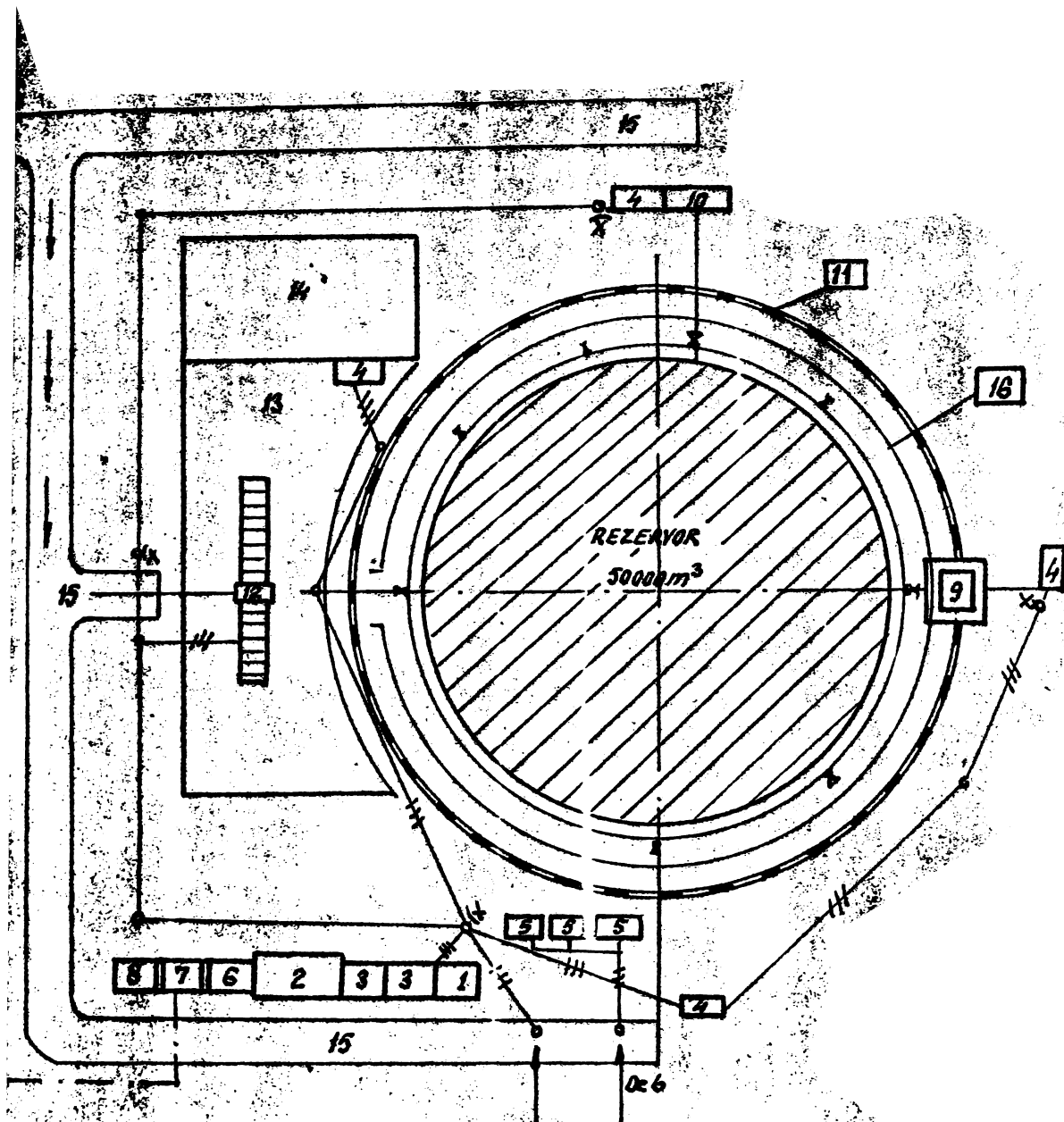
Organizarea și dotarea locului de muncă pe șantier s-a făcut după cum se arată în Fig. 3.1., la care se adaugă mașinile de sudat automate cu CO<sub>2</sub> a mantalei Vertomatic și Circomatic, care au cabine proprii de securitate și pot de comandă. Se menționează că lucrarea de față cuprinde studii și cercetări referitoare la montajul și sudarea celor trei subansamble principale, fund, mantă, și membrana - capac a rezervorului de 50.000 m<sup>3</sup>. Pentru rezervoarele de 20.000 și 31.500 m<sup>3</sup> la care se aplică aceeași tehnologie de sudare și montaj, cu observația asupra calității materialelor, la care nu se pun probleme deosebite la sudare. De asemenea în lucrarea de față, nu se cuprind studii cu privire la restul subansamblelor, ca: scări, podețe, balustrade, pontosne, etc. Acestea se execută de către terți, pe șantier urmând doar asamblarea și montarea cu mijloace din organizarea de șantier. (Fig.3.1.).

Tabelul 3.1.

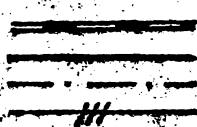
Caracteristicile principale ale rezervoarelor cilindrice de mare capacitate

Capacitatea m <sup>3</sup>	Diametrul pe axa nec. a mantalei mm	Înl- țimea pinea mm	Nr.de viro- le	Crosi- mea table- lor mm	Greutatea	
					Total re- zervor	Mantă
1	2	3	4	5	6	7
50.000	60.960	18.206	8	26 ... 8	864,771	429
31.500	54.854	14.638	8	25 ... 8	614,653	290
20.000	42.670	14.638	8	20 ... 8	401,831	192

Fund	Membrană capac to	Capacit. de sto- caj to	Dismetr. capac plutitor mm	Diametrul membrană mm	Nr.pontoni
8	9	10	11	12	13
152	211	47.500	60.434	52.462	120
122	165	29.928	54.340	48.420	28
102	108	15.000	42.150	36.220	18



**LEGENDA:**



*Cale rulare macara*  
*Conductă aer comprimat*  
*Conductă abur*  
*Rețea trifazică pt. alimentare electrică.*

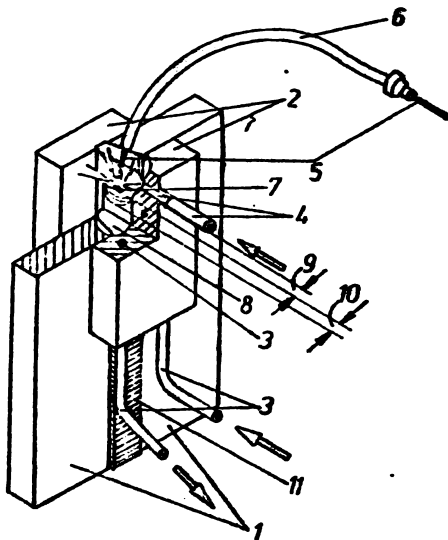
Fig. 3.1. Organizarea locului de muncă pe șantier:

1. Baracă personal tehnico-administrativ; 2. Baracă pentru materiale, scule, utilaje; 3. Baracă pentru muncitori; 4. Baracă pentru convertizori sudare; 5. Barăci pentru redresor de sud.; 6. Baracă pentru electricieni; 7. Baracă mic atelier; 8. Baracă șefi echipă; 9. Decora turn sau pe pneuri; 10. Moto-compresor; 11. Cale rulare; 12. Val, cu macă role; 13. Platformă de lucru; 14. Platformă depozitare table; 15. Drum acces; 16. Compresor de aer.

**3.2. Caracteristicile tehnice ale mașinilor de sudat automat în CO<sub>2</sub> a tablelor mantalei.**

**3.2.1. Caracteristicile tehnice ale mașinii Vertomatic de sudat automat în CO<sub>2</sub> a îmbinărilor verticale.**

Cu mașina Vertomatic se execută sudarea automată în CO<sub>2</sub> cu sîrmă cu miez de flux a îmbinărilor cap la cap vertical ascendent, cu o deschidere a rostului cuprinsă între 16 și 20 mm a tablelor cu grosimi între 8 și 26 mm cu margini ne prelucrate. Acest procedeu se bazează pe principiul procedurii sudării în baie de zgură, cu deosebirea că, în cazul pe care-l studiem, fluxul care asigură stratul de zgură topită se găsește în miezul sîrmei de sudat, iar baie de sudare este protejată de influența agenților atmosferici de un mediu de CO<sub>2</sub>; după cum se arată în fig. 3.2.



Amorsarea arcului se face între sîrmă electrod (5) care înaintează automat și baza rostului obturat cu un dop de tablă care oprește revărsarea băii lichide (8) formată prin topirea sîrmei și fluxului sub acțiunea căldurii arcului electric. În continuare procesului, fluxul din sîrmă se topește și formează o baie de zgură supraîncălzită (7), bună conductoare de electricitate, din care moment arcul se întrerupe și curentul de sudare trece de la sîrmă (5) la marginile tablelor care formează rostul prin baia de zgură. Căldura dezvoltată în baie de zgură prin efectul Joule

Fig. 3.2. Schema de sudare automat vertical ascendent, fără prelucrarea marginilor, cu mașina Vertomatic.

1. Virolele de întinat; 2. Pastile de cupru racite cu apă, pentru susținerea băii topite; 3. Circuit apă răcire; 4. Conductă CO<sub>2</sub> pentru protecția băii; 5. Sîrmă de sudare cu miez de flux; 6. Lance de ghidare sîrmă și contact electric; 7. Baie de zgură topită; 8. Baie de metal topit (de sudare); 9. Distanța de 20-25 mm între suprafața

$$q_g = 0,24 \cdot R_{sg} \cdot I_g \quad (\text{Cal/s.}) \quad (3.1)$$

în care  $R_{sg}$  este rezistența sîrmei topite, trebuie să fie suficient de mare, ca la trecerea curentului de sudare  $I_g$  să se dezvolte căldura necesară topirii sîrmei și marginilor tablelor de îmbinat prin sudare și să supraîncălzească zgura topită.

șurii topite și marginea inferioară a orificiului superior de intrare a CO<sub>2</sub> pentru protecție în patine. 10. Grosimea minimă de 40 mm a straturii de zgură topită; 11. Cordoanelul sudat.

Pentru o bună desfășurare a procesului de sudare, șura topită ce se formează deasupra metalului topit, trebuie să aibă o grosime de cel puțin 40 mm (96) și nivelul superior să fie mereu cu 20 - 25 mm sub orificiul superior al patinei prin care intră gazul CO<sub>2</sub> pentru protejerea băii. Raportul dintre viteza de sudare (de urcare a mașinei) și de avanț a șurii în funcție de curent, de diametrul șurii și deschiderea rostului pentru ca nivelul băii să rămână constant pe tot parcursul acțiunii de sudare, este asigurat automat de mașină prin simpla manevrare a butonului vitezei de urcare a acesteia. Viteza mașinii se mărește sau se micșorează ușor după cum se observă tendința de urcare sau coborire a suprafeței șurii față de orificiul superior al CO<sub>2</sub> din patinele de cupru. Cu această ocazie se corectează automat și viteza șurii corespunzător vitezei de urcare a mașinei, astfel ca nivelul superior al șurii respectiv nivelul băii de sudare, se ridică cu o viteză egală cu viteza de urcare a mașinei, respectiv a vitezei de sudare.

### 3.2.3. Caracteristicile tehnice ale mașinei Circomatic de sudat automat în CO<sub>2</sub> îmbinărilor circulare.

Cu mașina Circomatic se execută îmbinările circulare cap. la cap orizontal în plan vertical (cornișă) cu depunerea concomitentă pe ambele părți ale tablelor de îmbinat.

Procedeul este asemănător procedurii MAG cu deosebirea că șurii este înzestrată cu miez de flux care formează șura de protecție a băii topite. Băia topită este susținută la partea inferioară a îmbinării de un lanț fără sfârșit, prevăzut cu plăci de cupru, care se rotește odată cu avanțul mașinii la cea. 2 mm sub nivelul inferior al marginii rostului.

Capețele de sudare se alimentează cu curent electric de la un redresor de 650 A la tensiunea de sudare de 20 - 30 V. cu caracteristică cășătoare. Restul electromotoarelor se alimentează cu curent alternativ furnizat de un transformator de curent alternativ trifazic de 5 kVA.

Mașina este autopropulsată și se deplasează cu ajutorul a două role, în ambele sensuri, cu o viteză reglabilă, care ține loc și de viteză de sudare. - Fig. 3.3.

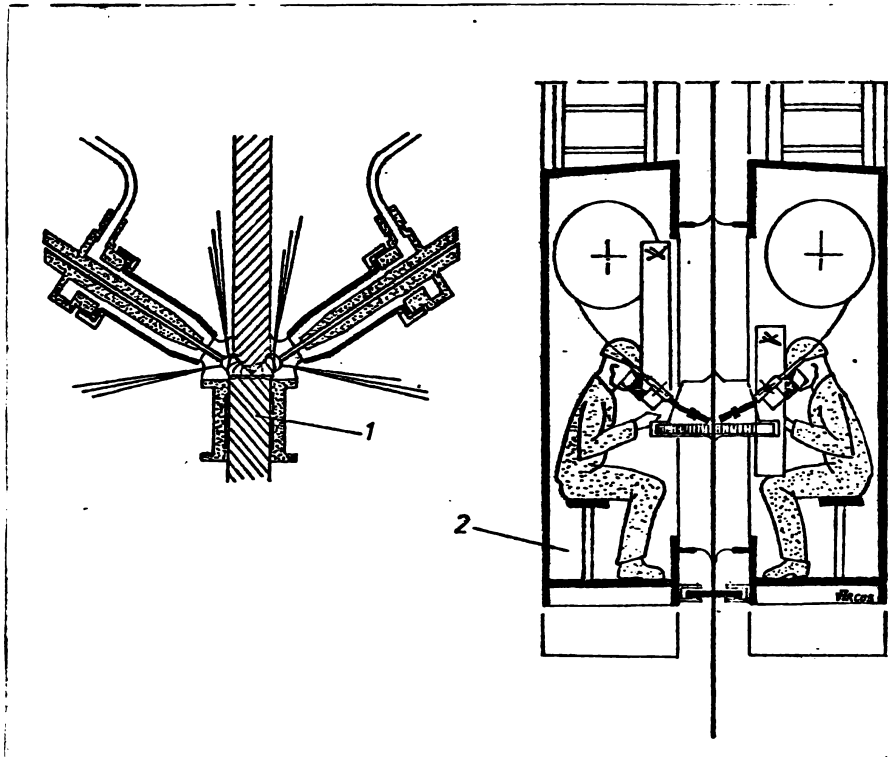


Fig.3.3. Schema de sudare a istinărilor circulare ale tablelor cu două arce, automat în  $CO_2$  cu mașină cîrcotică.

1. Poziția capetelor de sudare; 2. Poziția operatorilor sudorii în cabina mașinii cîrcotice în timpul desfășurării procesului de sudare.

Mașina are două zone de viteze: 20 - 140 cm/min și 60-420 cm/min.

Trăcerea de la o geară la alta se face cu ajutorul unui levier.

Capetele de sudare nu lucrează contrapuse ci decalat, cel interior decalat înapoi față de cel exterior cu 200 - 600 mm și pot fi reglate pe direcție orizontală și verticală.

Fiecare cap de sudare este echipat cu două electromotoare care funcționează pe principiul auto-arc:

- unul de curent alternativ, a rva, te pentru versul înapoi al arcei (dacă funcționează singur);

- al doilea de curent continuu funcționează cu tensiunea arcului de sudare și se învîrtește în sens opus orizului.

Electromotoarele sînt împerecheate din punct de vedere mecanic printr-un diferențial.

Viteza și sensul de învîrțire a arcei depinde de diferența de viteze a celor două electromotoare.

Principiul de funcționare al capului de sudare auto-arc este caracterizat prin aceea că la sudare arca avansează datorită unei pînion a cărei viteză este proporțională cu diferența dintre viteza de rotație a electromotorului de curent continuu (al cărui primar este alimentat la tensiunea arcului) și cea a electromotorului de curent alternativ trifazic (deci cu viteza de rotație cvezi constantă). Dacă lungimea arcului crește, crește și tensiunea arcului și deci crește și viteza de avans a sirnei și invers, după care se corectează automat și viteza de avans a mașinii, respectiv de sudare.

### 3.2.3. Influența parametrilor de sudare și a calității gazului de protecție CO<sub>2</sub> asupra îmbinărilor sudate.

#### 3.2.3.1. Influența tensiunii arcului și a intensității curentului de sudare.

La sudarea îmbinărilor verticale cu mașina Vertomatic, procedeul similar cu cel sub baie de agură, îmbinarea sudată este înflăcătată, după cum s-a arătat, de produsul dintre rezistența electrică a șurii pe care o emite fluxul tobit din sirna de sudare și intensitatea curentului, produs care dezvoltă căldura necesară topirii.

Cantitatea de agură tobită, care trebuie să fie constantă pe parcursul desfășurării procesului de sudare, este determinată de corelarea automată dintre intensitatea curentului, viteza de înaintare a sirnei, de topire a acesteia și de montare viteza de avans a mașinii, respectiv de sudare a îmbinării respective.

Pentru o tensiune de sudare dată, pătrunderea scade odată cu creșterea intensității. Fenomenul se explică prin faptul că în timp ce intensitatea curentului de sudare crește, crește în consecință și viteza de fuziune a sirnei și viteza de sudare. Viteza de sudare crește însă mai repede decât cantitatea de căldură iradiată deoarece sirna încălzită prin efectul Joule, se topește mai repede. Aceasta înseamnă că, în acest caz, cantitatea de energie primită pe unitatea de suprafață a marginilor roșului îmbinării scade cînd crește intensitatea curentului de sudare.

La sudarea cu mașina Circomatic a îmbinărilor circulare la care topirea bazei de sudare se face de căldură dezvoltată de arcul electric, intensitatea curentului de sudare influențează pătrunderea, respectiv și arca, tensiunea arcului și lungimea custurii, iar viteza de avans a sirnei și respectiv cea de sudare, supraîncălzirea cordonului.



### 3.2.3.2. Influența forței geometrice a rostului de sudare.

La sudarea cu mașina Vertomatic, pentru o tensiune prestabilită și o intensitate dată a curentului de sudare, obținerea este aproape independentă față de deschiderea rostului pentru o anumită grosime a tablelor de îmbinat. Cu toate acestea, la o anumită grosime a tablelor, dacă deschiderea rostului este prea mică, se obține o baie topită puțină care în consecință se răcește repede în contact cu metalurile relativ reci a rostului, din care cauză se poate produce lipsă de aliere.

### 3.2.3.3. Considerații asupra calității gazului de protecție CO<sub>2</sub> utilizate la sudare.

Calitatea dioxidului de carbon ce s-a utilizat la sudarea placilor pentru probe de cercetare și sudarea definitivă a rezervoarelor, a fost CO<sub>2</sub> furnizat într. A.P.S. Ia - Luzia, garantat de C.N.S. 2962-68 care prevede o puritate de 98 % și 0,1 % apă, cerințe nesatisfăcătoare pentru a se putea obține îmbinări sudate de calitate corespunzătoare.

În vederea obținerii unui gaz cât mai uscat posibil s-au utilizat uscatoare cu silicagel și încălzitoare cu rezistențe electrice. Tot în cadrul acestei acțiuni s-au luat măsuri ca buteliile de CO<sub>2</sub> să se țină în poziție verticală, cu robinetul de golire în jos, cel puțin 24 ore, după care au fost purjate până la obținerea unui jet de gaz uscat. De asemenea la sudare, s-a utilizat numai 3/4 din capacitatea gazului îmbuteliat.

Cu toate aceste măsuri, odată cu înaintarea în sezonul rece de toamnă-iarnă, defectele cauzate de calitatea necorespunzătoare a gazului de protecție CO<sub>2</sub>, s-au intensificat din ce în ce fapt ce a condus chiar la încetarea procesului de sudare.

Pentru ameliorarea calității CO<sub>2</sub>, în baza unui contract de cercetare științifică între T.C.M.R.I.C. București și Catedra de utilaj și tehnologie sudării de la Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, s-au efectuat în laboratoarele catedrei, studii și cercetări vaste /97/ prin urmare cărora s-au determinat calitățile corespunzătoare pe care trebuie să le posedă gazul de protecție CO<sub>2</sub> pentru a se putea suda în condiții de iarnă. (a se vedea sub capitolul 7.14)

### 3.3. Determinarea experimentală a parametrilor optimi pentru sudarea automată în CO<sub>2</sub> cu metalul vertonatic.

La determinarea experimentală a parametrilor optimi în vederea aplicării celui mai potrivit procedeu de sudare, s-au luat în considerare următoarele:

- s-au studiat schemele pentru cunoașterea temperaturii a magiilor vertonatic și Circonatic cu care urmează să se sudeze pentru prime dată la noi structuri sudate la prizele de mare capacitate care erau necesare o primă probă,

- se introduce pentru prime dată sudarea automată în CO<sub>2</sub> cu sârni cu miez de flux;

- urma să se elaboreze pentru prime dată un procedeu de sudare în baie de argon cu sârni cu miez de flux în mediu protector de CO<sub>2</sub> la sudarea unor componente de grosimi diferite de magiilor (table de 8 - 26 mm grosime), din măriri neprelucrate și deschiderea rezultatului relativ mare, după cum se arată în tabelul 3.2.

După mai multe încercări preliminare efectuate pe șantier, pe simulatoare, s-a elaborat o tehnologie de sudare provizorie a cărei parametri sînt înscrisi în tabelul 3.2. la numerele 1, 2 și 3.

Probleme de sudare s-au executat pe cite trei probe din fiecare grosime de tablă din care, după controlul vizual și cu radiții penetrante s-a obținut cite una pentru fiecare grosime de tablă. Din acestea s-au prelevat: cite 2 epruvete pentru încercări la tracțiune, cite două pentru îndoire, cite trei pentru energie de cupere prin șoc în lungul direcției de laminare în cordon și  $4IT$  și cite trei perpendicular pe direcția de laminare de deplasare în cordon și  $2IT$  conform STAS 5540-65.

Tabelul 3.2.

Parametrii tehnologiei de sudare, pentru cite trei probe din <sup>fiecare</sup> grosime de tablă în vederea determinării unui regim optim de sudare a mantalei rezervorului de 50.000 m<sup>3</sup>.

G <sub>r</sub> ta. mm	Deschide- rea rost.			Intens.curent. de sudare Is			Tens.de sudare V			Viteze de Deb. sud. z/h			Deb. CO <sub>2</sub> l/min	Mar- ca sir- mă	Ø sir- mă
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
													1-3	1-3	1-3
9	15	16	16	450	460	470	30	32	32	4,8	4,7	4,7	15	Ver-	2,4
12	15	16	16	460	460	470	32	32	32	4,7	4,7	4,7	15	tom.	2,4
15	15	16	18	480	480	490	32	32	33	4,0	4,0	4,0	30	2AGV	2,4
19	15	18	18	550	560	620	32	32	33	3,7	3,8	3,8	30	"	3,2
22	17	18	18	600	600	620	34	34	35	3,7	3,8	3,8	30	"	3,2
26	17	20	20	600	600	620	34	34	35	3,6	3,6	3,7	30	"	3,2

**Observatii:**

Luchile și suprafețele de a fișie de 20 mm pe o parte și alta s-au curățat de impurități și grăsimi. Temperatura mediului ambiant a fost în jur de + 20°C. Nu a fost necesară preîncălzirea.

La sudarea probelor experimentale s-a ținut seama de valorile minime necesare a se obține pentru probele mecanice, trebuie să fie cel puțin egale cu cele prevăzute în STAS 500 - 2/968, iar cele ale energiei de cupere la 90°, cu cele din normele A-FA (LUA) prevăzute de proiectant în caietul de sarcini, în care se precizează:

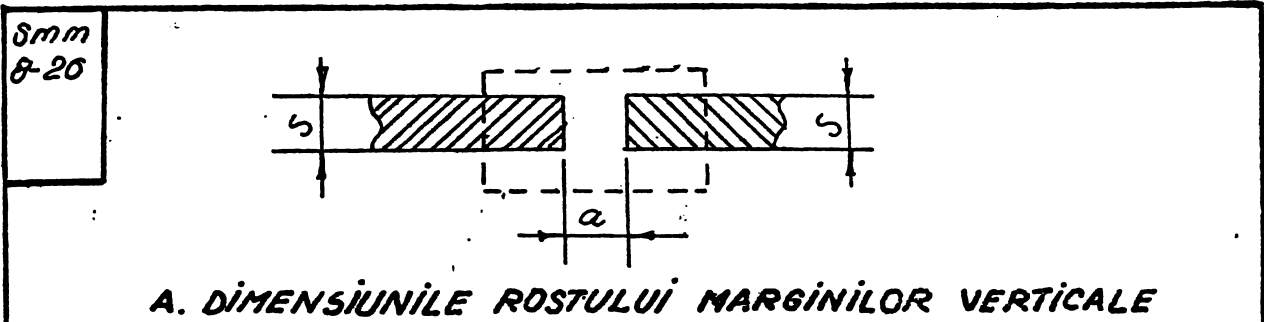
- 4,147 kgfm minimum obținută din media a trei epruvete prelevate longitudinal (în sensul laminării), din care o epruvetă poate avea valoarea de 2,4 kgfm în cordon și ZIF și

- 2,765 kgfm minimum obținută din media a trei epruvete prelevate perpendicular pe sensul de laminare, din care o epruvetă poate avea valoarea 2,4 kgfm.

După analizarea valorilor obținute la probele mecanice pe epruvete prelevate din plăcile sudate cu parametrii de sudare prevăzuți pentru sudarea celor trei probe experimentale pentru fiecare probă de tablă s-au reținut a fi corespunzătoare cu valori medii parametrii din probele marcate cu numărul 3 în tabelul 3.2.

Ținându-se seama că pe parcursul procesului de sudare intervin și unii factori aleatori, neativi, cum sînt variațiile tensiunii curentului electric de alimentare de la rețeaua gîntierului, variațiile ale temperaturii mediului ambiant, etc., valorile medii ale parametriilor tehnologici de sudare se consideră a fi corespunzătoare cele înscrise în tabelul 3.3.

**PARAMETRII TEHNOLOGICI PENTRU  
SUDAREA AUTOMATA ÎN CO<sub>2</sub> CU O SINGURĂ TRECERE  
A ÎMBINĂRILOR VERTICALE ALE TOELOR CU MAȘINA  
VERTOMATIC**



**B. PARAMETRII DE SUDARE :**

BROSINEA TABLELOR 5mm			α° [mm]	CURENTUL DE SUDARE [A]	TENSIUNEA DE SUDARE [V]	VITEZA DE SUDARE [m/h]	DIAMETRUL SÎRMEI φ [mm]	MARCA ȘI CALITATEA SÎRMEI	CANTITATEA DE SÎRMĂ NECESARĂ [kg/100l]	DEBIT GAZ [l/min]		OBS
REZERVOR 20.000 ml	REZERVOR	REZERVOR								CO <sub>2</sub>	ARGON	
8	-	-	16	450-480	30-32	1,70	2,4	VERTOMATIC	2,09	15	15	
8	8	8	16	450-480	30-32	1,70	2,4		2,09	15	15	
8	8	8	16	450-480	30-32	1,70	2,4		2,09	15	15	
-	-	9	16	450-480	30-32	1,70	2,4		2,15	15	15	
10	10	-	16	450-480	30-32	1,70	2,4		2,20	15	15	
12	12	12	16	450-480	30-34	1,70	2,4		2,24	15	15	
15	-	15	18	480-500	30-34	1,00	2,4		3,30	30	-	
-	15	-	18	480-500	30-34	1,00	3,2		3,35	30	-	
17	-	-	18	480-500	32-34	1,00	3,2		3,45	30	-	
-	18	-	18	480-500	32-34	1,00	3,2		4,50	30	-	
-	-	19	18	550-500	32-34	3,80	3,2		4,60	30	-	
20	-	-	18	600-650	34-35	3,80	3,2		5,00	30	-	
-	22	22	18	600-650	34-36	3,80	3,2		5,25	30	-	
-	25		20	600-650	34-36	3,70	3,2		5,30	30	-	
-		25	20	600-650	34-36	3,70	3,2		6,60	30	-	

**TABELUL 3-3**

Cu parametrii tehnologici din acest tabel s-au executat probe sudate automat în CO<sub>2</sub> în poziția verticală ascendentă cu mașină Vertomatic pe simulator, cu margini neperlucrate, din table cu grosimi de 26, 22, 15 și 9 mm. Din aceste plăci s-au prelevat epruvete care s-au supus încercărilor mecanice în laboratoare de specialitate. Valorile măsurătorilor obținute sînt cele consemnate în tabelul 3.4.

Tabelul 3.4.

Valorile măsurătorilor obținute la încercările mecanice pe epruvete prelevate din plăci cu margini neperlucrate, sudate cap la cap verticală ascendentă automat cu CO<sub>2</sub> cu mașină Vertomatic.

Laboratorul în care s-au efectuat încercările	Marca oțelului	Grosimea tablei	Tct. $\sigma_{\text{t}}$ kgf/mm <sup>2</sup>	Înlățirea în greutate	Înălțimea dorn
1	2	3	4	5	6
M.C.Ind.	OL	26,00	56,70	180	60
	52	26,00	-	180	60
M.C.Ind.Lab.Central	413 kf	26,00	56,50	180	60
	"	"	-	180	60
IP. Ploiești	"	"	-	-	-
M.C.Ind. Lab.Central	"	22,00	56,60	180	60
	"	22,00	-	180	60
Uzina 1 Msi Ploiești	"	22,00	52,60	180	60
	"	"	-	180	60
	"	"	-	-	-
IPM Pitești	"	"	-	-	-
"	"	15,00	65,00	180	45
"	"	"	"	180	45
"	"	-	65,00	180	45
"	"	"	"	180	45
"	"	9,00	65,1	180	25
	"	"	"	180	25
	"	"	66,2	180	25
	"	"	"	180	25

continuare tabel 3.4.

Energia de rupere la loce pe epruvete ISO - V 19 - 20°C.											
Longitudinale						Perpendiculare					
In cordoan		In ZIT				In cordoan		In ZIT			
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,9	4,2	5,2	4,6	5,9	3,6	3,8	3,9	4,2	4,3	4,7	4,3
-	-	-	-	-	-	1,8	3,8	2,4	1,8	2,8	4,5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,5	2,5	3,0	12,5	9,5	6,5	-	-	-	-	-	-
-	5,2	4,6	-	-	-	3,9	3,0	2,8	5,8	4,2	4,4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,8	5,1	5,4	4,1	4,6	4,6	7,2	6,6	5,8	2,1	2,6	4,6
3,6	4,2	4,9	4,2	4,4	4,2	4,6	3,6	3,8	2,8	2,7	2,8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Incaadrarea in cerintele AWS 500 - 2/68 și a normelor locale ale valorilor mărimilor consemnate în Tabelul 3.4. de mai sus, se analizează amănunțit în subcapitolul 3.5.

**3.4. Determinare experimentală a parametrilor optimi pentru sudarea automată în CO<sub>2</sub> cu meșină circumetică.**

După cum se arată în Fig. 3.3., îmbinările circulare se sudează automat concomitent cu două arce, unul pe partea exterioră a rezervorului decelat cu cea. 500 mm. înainte față de cel exterior. Ca material de sudare s-a utilizat sârma cu meșă de flux furnizată de firma AWS. Aceasta produce o scură fluidă care protejează baie metalică, se congelează repede, are un efect protector și se desprinde ușor de pe cordoan lăsând o suprafață curată lucioasă.

În vederea determinării parametrilor optimi de sudare, în

decursul cercetării s-au executat probe pe o îmbinare între o placă din tablă de 26 mm grosime cu muchia superioară neprelucrată ce bază, peste care s-a suprapus o tablă de 22 mm grosime cu marginea inferioară prelucrată în  $V$  la  $45^\circ$ . După controlul cu razele penetrante a probelor efectuate, s-au prelevat epruvete din plăcile corespunzătoare sudate cu parametrii din tabelul 3.5. Mărimile obținute la încercările mecanice sînt consemnate în tabelul 3.6.

TABELUL 3.5.

Parametrii tehnologici de sudare automat în  $CO_2$  cu magina Circomatic utilizați în cercetarea experimentală.

Grosime tablilor	Nr. de trecuri	Decalaj în- tre treceri inter. și cea ext. mm	Partea exterioară		
			Intensi- tatea //	Tensiunea //	Unghiul de inclinare sirmă sudare
22/26	1-2	500	530-550	21-24	$35^\circ-40^\circ$
	3-4	500	450-475	22-25	$25^\circ$
	5-6	500	450-475	22-25	$20^\circ$

Partea interioară			Viteza $\delta$ de sud. sirmă cm/min.	Marca sirmă	Debit $CO_2$ l/min.	
Intensi- tatea //	Tensiu- nea //	Unghiul de in- clinare sirmă de sudare				
550-525	21-24	$35^\circ-40^\circ$	25-30	4	AR300	30
450-475	22-25	$25^\circ$	40-50	4	arc 53	30
450-475	22-25	$20^\circ$	50-60	4	5	30

Mărimile obținute la încercările probelor mecanice sudate, cu parametrii tehnologici de sudare din tabelul 3.5. considerate ca opțiuni sînt arătate în tabelul 3.6. și conform cu profilul din fig. 3.9. ele se încadrează în cerințele STAS 500-2/68 și ASTM după care se proiectează rezervoarele cilindrice de mare capacitate.

Tabloul 3.6.

Laboratorul de încerc.	Marca oțelului	Grosimea tablei mm	Iraciuni	In- doi- ree	Energia de rupere la 30°C pe epruvete 100-V						
					CORN		Epruvete prel. perpendicular.				
			$\frac{kgf}{cm^2}$		mm	In cordon	In ZIT				
IMPS OL											
Protegi	52.4Lkf	22/20	52,2	180	70	3,0	2,9	3,3	6,2	3,2	5,4 <sup>k</sup>
"	"	"	54,6	180	70	-	-	-	-	-	-

x) Pentru acest tip de fabricare se prelevează numai epruvete perpendiculare pe sensul de laminare.

3.5. METODE DE ESTIMARE ALE ERORILOR ÎN TRATII STATISTICE  
Indicatii de aplicare, 10 - 20 de determinari.

Pentru determinarea credibilitatii măsurilor obținute experimental și consemnate în tabelele 3.2, numărul 3, 3.3. și 3.6., s-a aplicat metoda de statistică aplicată de selecție a măsurilor corespunzătoare convenet, în care scop s-au calculat succesiv măsurile /99/, /112/:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ în care } \bar{x} = \text{medie determinărilor};$$

$$n = \text{numărul determinărilor experimentale};$$

$$x_i = \text{valorile măsurilor experimentale}$$

$$s = \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 - \text{dispersia și} \quad (3.3.)$$

$$h = \sqrt{\frac{n}{2}} \text{ abaterea admisibilă} \quad (3.4.)$$

Din tabela 3.7. s-a luat valoarea  $100hM$  în funcție de numărul de determinări ale măsurilor experimentale n.

Valoarea abaterii limită normale  $x$ , s-a calculat cu relația:

$$x = \frac{H}{n} \text{ în care s-au luat valorile lui H în funcție de } n \text{ din tabelul 3.7.} \quad (3.5.)$$



TABLELUL 3.7.

Văloările lui H în funcție de numărul n la calculul credibilității

n	H	n	H	n	H	n	H
5	1,16	10	1,39	20	1,58	40	1,77
6	1,22	12	1,44	22	1,61	50	1,82
7	1,27	14	1,49	24	1,63	100	1,98
8	1,32	16	1,52	26	1,66	200	2,14
9	1,35	18	1,56	30	1,69	500	2,35

După ce s-au determinat mărimile de mai sus prin introducerea valorilor obținute experimental, s-au calculat mărimile limitelor inferioară și superioară, în care domeniu trebuie să fie cuprinse mărimile experimentale cu credibilitatea cea mai ridicată și anume:

$$\lambda_{inf} = \bar{X} - \bar{x} \quad (3.6.)$$

$$\lambda_{sup} = \bar{X} + \bar{x} \quad (3.7.)$$

Cu ajutorul relațiilor (3.6) și (3.7) s-a determinat domeniul de credibilitate a mărimilor obținute experimental  $X_1$ , la sudare cu parametrii tehnologici considerați. Aceștia pot fi luați în considerare cu încredere la întocmirea tehnologiei de sudare cu deosebire se încadrează între valorile limitelor extreme, conform relației:

$$\bar{X}_{inf} \leq X_1 \leq \bar{X}_{sup}. \quad (3.8.)$$

Din calculele efectuate cu mărimile din tabelele 3.4. și 3.6. obținute experimental și introduse în relațiile de mai sus, au rezultat mărimile limitelor extreme a domeniului de încredere Chauvenet în care se cuprind toate mărimile obținute prin cercetarea experimentală, a caracteristicilor mecanice cerute de condițiile tehnice și anume:

1) Pentru  $\hat{\sigma}$  în  $\text{kgf/mm}^2$

$$51,33 < 52,6 \dots 65,9 < 68,84 \text{ kgf/mm}^2$$

2) Pentru energia de rupere la joc de epruvete 150 % lungitudinale în centrul cusăturii:

$$3,01 < 3,1 \dots 5,5 < 6,12 \text{ kgf/m}$$

3) Idei în  $\Delta II$ ,

$$2,30 < 3,6 \dots 5,6 < 6,44 \text{ kgf/cm}^2$$

4) Idem pe epruvete transversale, în cusătură,

$$1,58 < 2,8 \dots 6,00 < 6,30 \text{ kgf/cm}^2$$

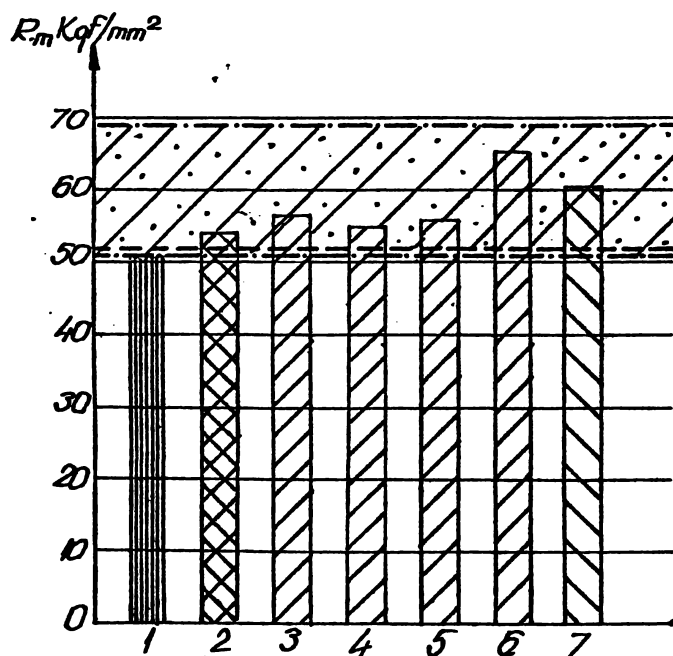
5) Idem pe epruvete în  $\Delta II$ :

$$1,94 < 2,1 \dots 4,7 < 5,54 \text{ kgf/cm}^2$$

Se menționează că după metoda Chauvenet au fost eliminate șase mări din cele 62 obținute experimental, ce aveau valori exagerate (peste limite superioară).

3.2.1. Concluzii ce se desprind din calculul statistic al credibilității mărilor obținute experimental.

Din analiza făcută cu ajutorul calculului pe bază de statistică aplicată cu metoda Chauvenet a mărilor obținute experimental și a radicalilor din figurile 3.4; 3.5; 3.6; 3.7, 3.8; și 3.9 se desprind următoarele:



**LEGENDA:**

----- Limita inferioară de rupere la tracțiune  $R_m$  a MB conform STAS 500-2/1963.

----- Limitele extreme de domeniu de credibilitate a mărilor experimentale calculate prin metoda de statistică aplicată CHAUVENET [9]

----- Domeniul de credibilitate a mărilor obținute experimental.

Fig.3.4. Valorile medii ale încercărilor la tracțiune a îmbinărilor verticale sudate automat în  $CO_2$  cu mașina vertomatic.

1. Valoarea  $\sigma_{\bar{m}}$  kgf/mm<sup>2</sup> a oțelului ST 52.4 3 kg/gărantată de STAS 500 - 2/1963;

2. Idem a materialului deșus cu șirș cu riez de flux 2 300/gărantată de furnizor.

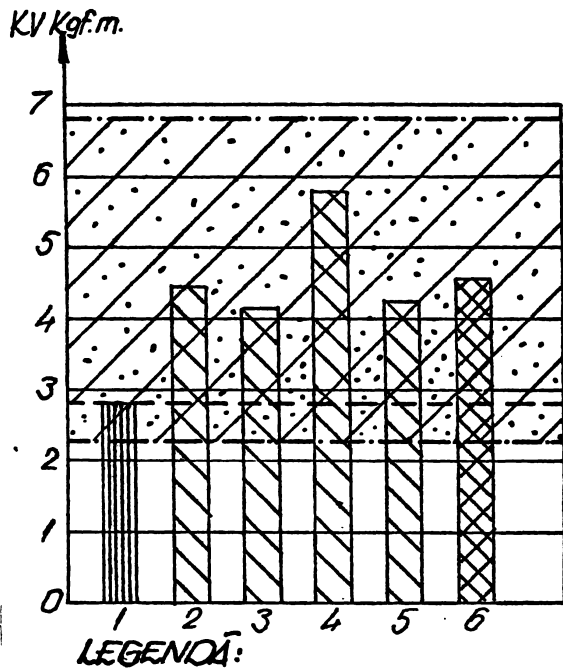
3. Idem a îmbinărilor tablilor de 26 mm grosime cu rost de 20 mm deschidere;

4. Idem la table de 22 mm grosime și rost de 18 mm.

5. Idem la table de 15 mm grosime și rost de 13 mm;

6. Idem la table de 8 mm grosime și rost de 16 mm;

7. Valoarea medie a mărilor obținute pe total rezervor.

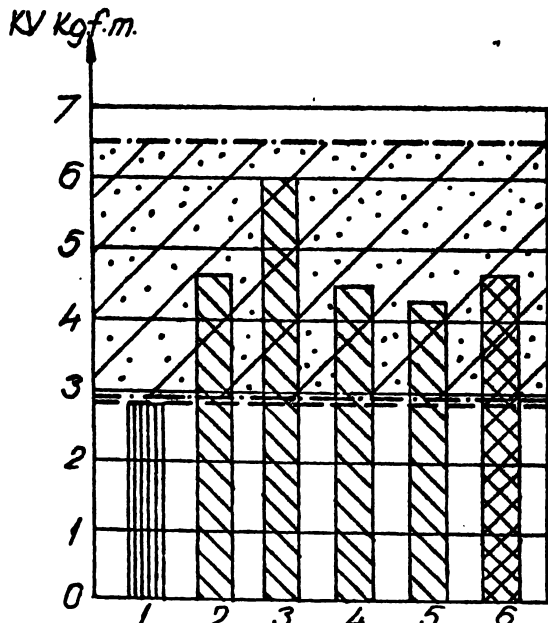


LEGENDA:

- - - - - Limita inferioară a energiei de rupere la șoc a MB
- . . . . - Limitele de credibilitate calculate cu metoda de statistică CHAUVENET.

Fig. 3.5. Energia de rupere la șoc la  $-20^{\circ}\text{C}$  în centrul corpului de epruvete 150-V prelevate în lungul sensului de laminare, sudate automat în  $\text{CO}_2$  cu mașina Vertomatic.

1. Energia de rupere la șoc a MB. garantată de STAS 500-2/1968;
2. Idem a îmbinării tablelor de 20 mm;
3. Idem a îmbinării tablelor de 22 mm;
4. Idem a îmbinării tablelor de 15 mm;
5. Idem a tablelor de 9 mm;
6. Idem a mediei valorilor sări-milor obținute pe total rezervor.

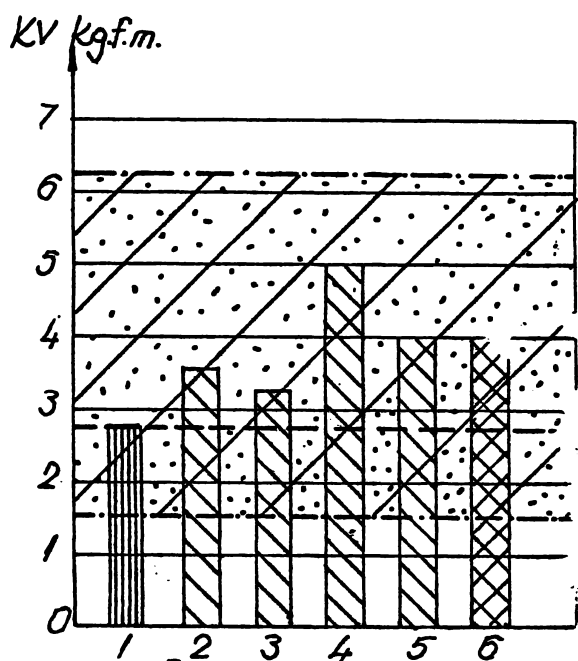


LEGENDA:

- - - - - Limita inferioară a energiei de rupere la șoc a MB.
- . . . . - Limitele de credibilitate calculate prin metoda de statistică aplicată CHAUVENET.

Fig. 3.6. Energia de rupere la șoc la  $-20^{\circ}\text{C}$  în ZII de epruvete 150-V prelevate în lungime sensului de laminare, sudate vertical automat în  $\text{CO}_2$  cu mașina Vertomatic.

1. Energia de rupere la șoc a MB garantată de STAS 500-2/68;
2. Idem a îmbinării tablelor de 26 mm grosime;
3. Idem a tablelor de 22 mm;
4. Idem a tablelor de 15 mm;
5. Idem a tablelor de 9 mm;
6. Idem a mediei valorilor sări-milor obținute pe total rezervor.

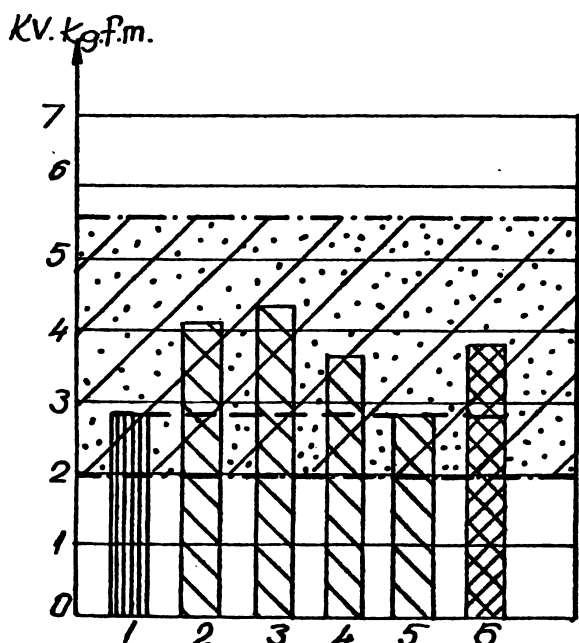


**LEGENDA:**

- = Limita inferioară a energiei de rupere la soc a MB.
- = Limitele de credibilitate calculate prin metoda de statistică aplicată CHAUVENET.

Fig.3.7. Energia de rupere la soc la  $-20^{\circ}\text{C}$  în centrul cordonului pe epruvete ICS-V prelevate perpendicular pe senul de laminare, suflate automat în  $\text{CO}_2$  cu mașina Vertomatic.

1. Energia de rupere la soc în condiții garantate de STAS 500 2/1988;
- 2) Idem a îmbinării tablelor de 26 mm grosime;
3. Idem a tablelor de 22 mm;
4. Idem a îmbinării tablelor de 15 mm;
5. Idem a îmbinării tablelor de 9 mm;
7. Idem a mediei valorilor obținute pe lotul rezervor.

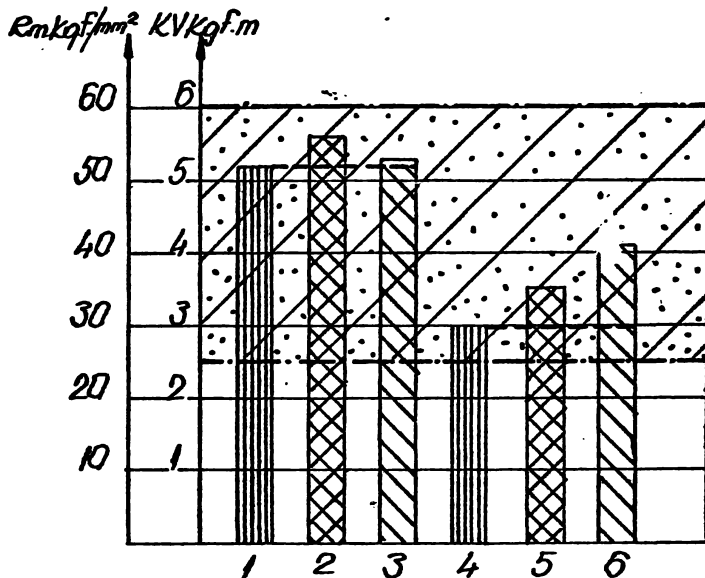


**LEGENDA:**

- = Limita inferioară a energiei de rupere la soc a MB.
- = Limitele de credibilitate calculate prin metoda de statistică aplicată CHAUVENET.

Fig.3.8. Energia de rupere la soc la  $-20^{\circ}\text{C}$  în CII pe epruvete ICS-V prelevate perpendicular pe senul de laminare sud te automat în  $\text{CO}_2$  cu mașina Vertomatic.

1. Energia de rupere la soc în condiții garantate de STAS 500 2/1988;
2. Idem a tablelor de 26 mm grosime;
3. Idem a tablelor de 22 mm;
4. Idem a tablelor de 15 mm;
5. Idem a tablelor de 9 mm;
6. Idem a mediei valorilor pe lotul rezervor.



**LEGENDĂ:**

- Limita inferioară a  $R_m$
- ..... Limitele domeniului de credibilitate.

**Fig.3.3.** Rezistența de rupere la tracțiune și energ. de rupere la joc în binărilor cilindrici, cap la cap orizontal în plan vertical la sudate automat în  $CO_2$  cu mașină cinematică și prelevate perpendicular pe axul fibrelor de laminare.

1. Rezistența de rupere la tracțiune la  $-20^\circ C$  în  $CO_2$
2. Idem în condiții similare pe epruvete 20-V prelevate din fabricarea între table de 22/26 mm grosime.

- parametrii tehnologici și parametrilor de sudare selectați (probele 3 din tabelul 3.3., tabelul 3.3. și tabelul 3.5) în cadrul cercetării experimentale la sudarea pe gantier a structurilor cap

la cap vertical ascendent automat în  $CO_2$  cu mașină verticală și cap la cap orizontal în plan vertical automat în  $CO_2$  cu mașină cinematică. Consemnați în tabel 3.4 și 3.5, ca coordonate corespunzătoare sudurii cu aceste regiuni în condiții de gantier din țara noastră;

- parametrii descriși și pot fi ținuți în considerare, ca valori eciv, la întocmirea tehnologiei de sudare automată în  $CO_2$  cap la cap vertical ascendent, la structurile sudate cu margini neprelacrate și cap la cap orizontal în plan vertical la structuri sudate cu margini prelacrate la joasă și medie între 2 și 26 mm grosimilelor rezervorilor cilindrice verticale de mare capacitate. Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor experimentale, constituie factorii unor tehnologii noi de sudare aplicabile la tehnologia de sudare automată în  $CO_2$  a structurilor sudate mai sus, cu care se pot obține rezultate sigure de credibilitate ridicată.

Pe baza măsurilor obținute experimental și încadrate în limitele de credibilitate conform cerințelor STAS 500-2/68 ale normelor ROM și a calculului pe bază de statistică aplicată prin metode Cheuvenet, s-a întocmit diagrama din fig. 3.10. Cu ajutorul acesteia se pot determina direct, fără alte calcule, parametrii tehnologici opti ai regimului de sudare automat în CO<sub>2</sub> cu sirmă cu miez de flux, vertical ascendent cu mașina Vertomatic pentru table de grosimi cuprinse între 8 și 26 mm.

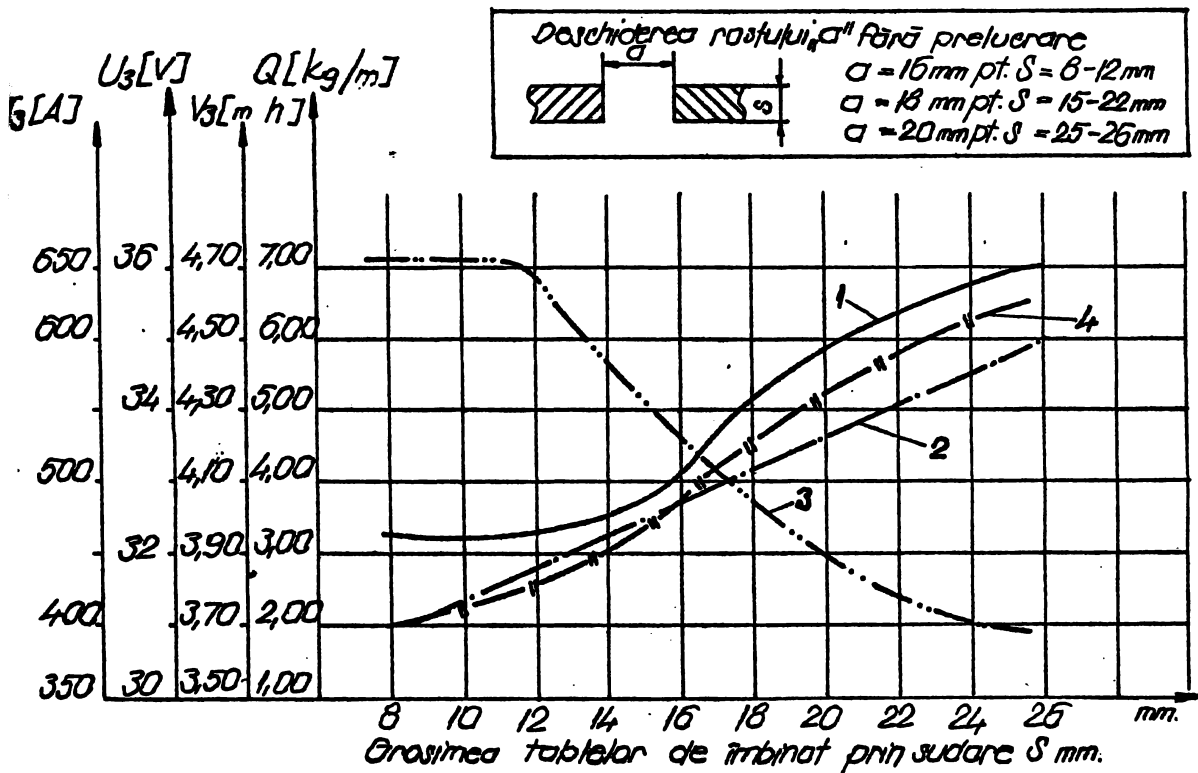


Fig. 3.10. Diagramă pentru determinarea parametrilor tehnologici și regimurilor de sudare automat în CO<sub>2</sub> cu mașina Vertomatic, cșp la cșp vertical ascendent, fără prelucrarea marginilor, în funcție de grosimea tablelor între 8 și 26 mm.

1. Intensitatea curentului de sudare ... A
2. Tensiunea arcului de sudare ..... V
3. Viteza de sudare ..... m/h
4. Cantitatea de sirmă necesară ..... kg/m

**3.6. Studii referitoare la deformările ce survin în timpul și după sudarea fundului și membranei capacului flotant.**

**3.6.1. Considerații specifice.**

În problemele destul de complicate legate de montarea și sudarea rezervoarelor cilindrice, s-a acumulat o mare experiență pe

parcurtul executării acestora într-o perioadă de aproape două decenii, în cadrul marii orizontiere de construcții-montaj ale combinatelor din industria chimică și petrochimică.

Trăgerea unor concluzii definitive au fost prilejuite de montarea concomitentă a cinci gazeometre uzate de mare capacitate între care două de câte 6000 m<sup>3</sup>, două de câte 10.000 m<sup>3</sup> și unul de 20.000 m<sup>3</sup>, capacitate, pe șantierul marelui combinat chimic de la Igelnița - Craiova. Cu acest prilej s-au întreprins studii tehnice comparative, care s-au efectuat pe următoarele probleme:

- reducerea la minimum a deformațiilor și tensiunilor rămase pentru încadrarea obiectivelor în cadrul limitelor toleranțelor admise și evitarea fisurării suprafețelor;
- mecanizarea lucrărilor de montaj, care se făceau în general cu mijloace rudimentare;
- introducerea de procedee automate pentru sudarea fundului mentalei și a membranei-capac;
- construirea de dispozitive simple, relativ ușor de manipulat și reutilizabile pentru transportul pe circulară a tebelor mentalei prin rulare pe suprafața virelei inferioare și pentru susținerea pe parcursul montajului și asamblării costurilor și membranei capacului, etc.

Cea mai mare parte dintre acestea s-au concretizat și definitiv pe șantierul combinatului retro în cele șapte, cu ocazia montării concomitente a două rezervoare de 31.500 m<sup>3</sup> și a unuia de 50.000 m<sup>3</sup> care fac obiectul lucrării de față.

### 3.6.2. Contracții termice și formarea tensiunilor și deformațiilor.

Luându-se pe bază de precizie că la executarea întinderilor sudate răgăzirea deformațiilor este inevitabilă, studiile s-au axat asupra factorilor și influenței acestora asupra ordinului de marș, precum și asupra mijloacelor care pot atenua aceste deformații în cel mai înalt grad posibil cu mijloacele cunoscute și cele rezultate în urma cercetărilor la scară posibilă și la nivelul condițiilor de șantier.

Luându-se seama de tipul întinderilor ce intervin la sudarea subansamblurilor rezervoarelor cilindrice, dintre factorii care influențează în cea mai mare măsură deformațiile și tensiunile ce rezultă din aplicarea procedurii de sudare, în studiile întreprinse s-a luat în considerare următorii:

- Influența încălzirii. Cantitatea totală de căldură ( $Q_{tot}$ ) ce se introduce într-o laminare sudată, se compune din căldura provenită din preîncălzire ( $Q_p$ ) și cea provenită din sudare ( $Q_s$ ), adică:

$$Q_{tot} = Q_p + Q_s \quad (3.9.)$$

La sudarea cu arc electric, valoarea lui  $Q_s$  depinde de parametri de sudare: intensitatea curentului  $I_s$  în amperi; tensiunea curentului în volți și viteză de sudare exprimate în cm/sec.

Căldura introdusă pe unitatea de lungime a cusăturii se exprimă prin energia liniară de sudare rezultată din relație:

$$E_1 = \frac{U_s \cdot I_s}{V_s} \quad \text{/J/cm/} \quad (3.10.)$$

Deci cantitatea de căldură introdusă la sudare pe unitatea de lungime a cordonului va crește sau va scăde după cum raportul dintre cei trei parametri din relația de mai sus, va fi mai mare sau mai mic.

Căldura furnizată de arc electric la sudare în unitatea de timp s-a calculat cu formula:

$$Q_{arc} = 0,24 \cdot U_s \cdot I_s \quad \text{/cal/sec./} \quad (3.11.)$$

Cantitatea totală de căldură din cordon depinde de căldura furnizată de arc electric, de căldura produsă prin efectul Joule Lenz la trecerea curentului prin lungimea liberă a firului de sudare (sudare sub strat de flux, în  $CO_2$ ) și căldura dezvoltată de reacțiile exotermice (de oxidare) din baie de metal topit. În timpul sudării căldura dezvoltată se consumă pentru topirea electroizolatorului sau firului, fluxului și a metalului de bază care intră în compoziția băii de sudare, iar o parte se pierde prin conducție și convecție. Ca atare cu cât este mai mare cantitatea de căldură în cusătură și cea cedată prin conducție și convecție, cu atât deformările cresc. Este cazul structurilor din table suporturi ale lunii și membranelor rezervoarelor ce fac obiectul studiului de față.

- Influența caracteristicilor fizice și metalurgice.

Deformările și tensiunile mai sunt influențate și de conductivitatea termică, modulul de elasticitate, limita de curgere, etc. S-a considerat că la oțelurile carbon obținute din care sînt laminate tablele rezervoarelor, precum și la cele aliate, influența acestor factori se poate aprecia cu ajutorul diagramei din fig. 3.11 /93/.



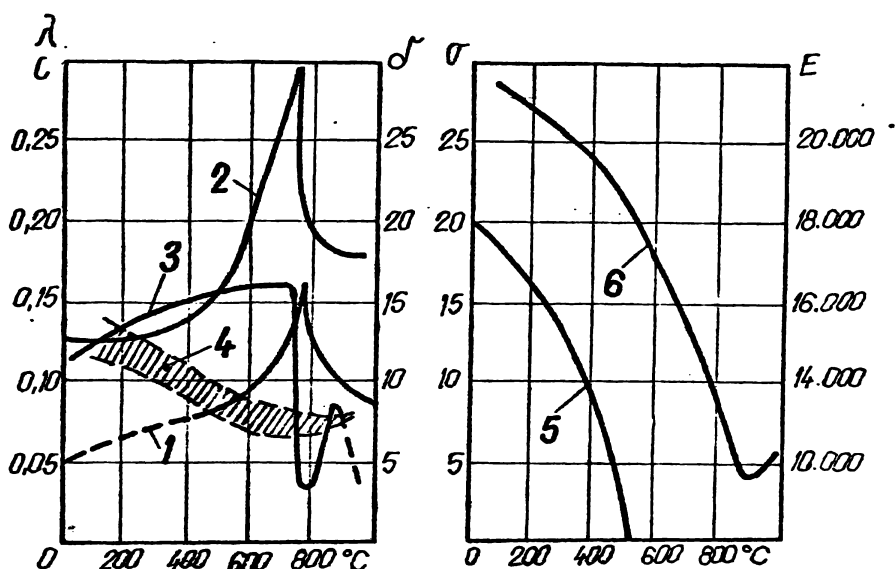


Fig.3.11. Influența unor caracteristici fizice și metalurgice asupra deformărilor și tensiunilor în funcție de temperatură la oțeluri carbon /13/:

1. Variația căldurii specifice  $c$  (cal/kg.grd) la un oțel cu 0,1 % C;
2. Variația căldurii specifice  $c$  (cal/kg.grd) la un oțel cu 0,2 % C;
3. Variația coeficientului de dilatare  $\lambda$  ( $10^{-6}$  mm/ $^{\circ}$ C) la oțeluri cu 0,05 - 0,4 % C;
4. Variația conductivității termice  $\lambda$  (cal/cm.s.grd) la un oțel cu 0,1 % C;
5. Variația limitei de curgere  $\sigma_s$  (kgf/mm<sup>2</sup>) și
6. Variația modulusului de elasticitate  $E$  (kgf/mm<sup>2</sup>) la un oțel cu 0,05 - 0,4 % C.

Dintre acești factori conductivitatea joasă are un rol deosebit de important în cazul oțelurilor aliate și aliajelor în cazul unor răcirii bruște a casturii, când în zonele încălzite peste temperatura  $A_{c3}$  se produce transformări de fază structurale. Aceste transformări se petrec în zone influențate termic, în zonele libere oțeluri cu un conținut de carbon sau elemente de aliere mai ridicat și reduc capacitatea casturii de a elibera tensiunile de contracție prin deformări plastice, fenomenul soldându-se adesea cu crăpături în ZTT sau chiar în casturii /13, 72, 74, 75, 76, 100/.

În cazul încălzirii subansamblurilor rezervorilor cilindrice, intervin următoarele tipuri de încălziri cauzate: cap la cap orizontal, cap la cap orizontal în plan vertical, de col, bilaterale și de col; prin suprapunerile tuburilor.

Contractiile cele mai importante care intervin la imbinarile sudate ordate mai sus, sînt cauzate de cele longitudinale care apar in direcția cîntării și de contractii transversale care apar perpendicular pe aceste și se pare a fi cauzate în principal de lipsa unui grad de libertate suficient al celor două componente, pentru a se putea dilata și contracta reversibil satisfăcător.

### 3.8.3. Măsurî luate pentru diminuarea tensiunilor și deformațiilor.

Urmele studiilor statistice și experimentale efectuate în cadrul sudării unui număr important de rezervoare, s-au aplicat metode mecanice și tehnologice în vederea diminuării tensiunilor și deformațiilor și anume:

- s-a urmărit și apreciat influența factorilor tehnico-metalurgici cu ajutorul diagramelor din Fig. 3.11.;

- s-au delimitat lungimile cordonilor de sudare pe lungimea înclinărilor, s-a poziționat și au erodat ordinea de sudare și s-a delimitat lungimea pagilor de pelerin pentru toate pozițiile și procedeele de sudare aplicate;

- s-au împărțit în două sectoare cîmburile tablelor fundului prin ocuparea prizei din dispozitive a prizei centrale de inelul periferic pentru a se putea realiza independent în vîrstă înălțurării deformațiilor la sudarea vînturilor cîntelei de tablele fundului;

- s-a urmărit pierderea energiei liniare prin scăderea vitezei de sudare și în consecință scăderea cantității de căldură introdusă pe o lungime de cordon;

- s-a urmărit pierderea cantității totale de căldură pe care o cedează arcul de sudare în unitatea de timp (cal/sec.).

- s-a urmărit gradul de libertate al tablelor care se imbină prin desfacerea întregii lungimi de sudat din dispozitivele de fixare și prindere în puncte de sudură pe lungimea cîntelii cu o cifră de ordine de sudare (Fig. 3.16 și 3.17).

Cu luarea acestor măsuri, deformațiile au fost reduse la valori care s-au încadrat în limitele toleranțelor admise de căștelul de sarcin după cum se arată în subcapitolul 3.11.

### 3.7. Determinarea parametrilor de sudare automat sub strat de flux a tablelor funului și membranei capacului flotant.

#### 3.7.1. Unele considerații cu privire la sudarea automată sub strat de flux a îmbinărilor prin suprapunere a tablelor subțiri (5 - 8 mm).

Atât la fundul rezervoarelor cât și la membrană tipul îmbinărilor este în unghi prin suprapunerea tablelor de 5,6 și 8 mm grosime.

Cercetarea a suscitat un interes deosebit deoarece era pentru prim dată când se încerca a se suda automat sub flux structuri atât de subțiri a unor ansambluri sudate care atingeau suprafețe de aproape 3.000 mp, ceea ce nu se mai întâlnise la noi în țară. Aplicarea acestui procedeu de mare productivitate la astfel de structuri a trezit un interes deosebit din două puncte de vedere:

a) Tehnologia de sudare a fundurilor rezervoarelor și a gazometrelor de mare capacitate cu procedeu manual prin tovere electrică cu electrozi înveliți nu a dat rezultate satisfăcătoare din punct de vedere al diminuării deformațiilor după sudare. S-au putut face studii și s-au obținut rezultate mai satisfăcătoare numai pe un singur șantier, după cum s-a menționat mai sus, când s-au putut aplica concomitent la execuția a cinci rezervoare, tehnologii cu parametri variabili, după experimentarea cărora au fost reținute cei mai corespunzători;

b) Ținând seama de cele menționate mai sus, proiectantul nu a recomandat sudarea automată sub strat de flux a acestor structuri prevăzând în proiect sudarea manuală, ne motivul că se vor obține deformații și mai dezavantajoase la aplicarea acestui procedeu, datorită intensității mari a curentului de sudare și deci a cantității aparente mari de căldură difuzată de arcul electric și efectul Joule-Lenz în timpul de sudare.

Urmare a acestor considerații decizia cu răspunderea și riscurile ce implicau aplicarea acestui procedeu atât de productiv, s-a răsfrint exclusiv asupra factorului direct de emiterie fiind totodată atât autor cât și urmăritor al aplicării corecte a tehnologiei elaborate. De rezultatele ce urmau a se obține prin aplicarea acestora, depindea construirea în viitor a acestor rezervoare de mare capacitate, care trebuia, în final să se înscrie din punct de vedere al deformațiilor, în limitele prestabilite ale obiectivelor.

Rezele materiale ale cercetărilor în condițiile de gantier pentru determinarea parametrilor de sudare și a unor factori care să conducă la rezultate pozitive prin aplicarea noii tehnologii, au fost:

- culegerea și interpretarea datelor statistice obținute pe parcursul anilor la sudarea cu acest procedeu a structurilor de grosime mică a elementelor de îmbinare, obținute la ansamble de dimensiuni relativ mici;

- studiarea și interpretarea datelor din publicațiile de specialitate care au putut fi la îndemână cercetării;

- determinări analitice, determinări pe bază de statistică, matematică aplicată și selecționarea de câștiri cu valori corespunzătoare, urmare experimentării pe gantier a unor tehnologii elaborate ad-hoc.

### 3.7.2. Valorile unor parametri obținute experimental pe gantiere.

În cadrul activității de sudare desfășurată pe marile gantiere de construcții-montaj, s-au executat mai mult sporadic, structuri sudate prin supraunerea a tablelor subțiri. Dintre parametrii regimurilor aplicate care au dat rezultate corepunzătoare s-au selecționat cei arătați în tabelul 3.8 pentru studiu comparativ.

Tabelul 3.8.

Parametrii tehnologici ai regimurilor de sudare sub strat de flux a tablelor subțiri /13/.

Grosimea tabl. /mm/ a	Lățimea sudurii /mm/ b	Diametrul sârmei /mm/	Curentul de sudare /A/	Tensiunea arcului /V/	Viteza de sud. /m/h/	Viteza sârmei /m/h/	
3	3-4	5-6	3	750-300	26-28	59-63,5	91-102
4	4-7	6-8	3	300-350	28-30	50,5-54,5	93-102
5	5-8	7-10	3	300-400	28-30	47-50,5	102-110
6	6-8	8-12	3	400-450	30-32	43,5-47	110-118

### 3.7.3. Influența și implicațiile reciproce ale parametrilor regimului de sudare.

Se cunoaște că parametrii regimului tehnologic de sudare au influențe și implicații reciproce în cadrul procesului de sudare din care cauză cunoașterea acestor fenomene este indispensabilă elaborării unei tehnologii corepunzătoare de sudare, atât în ceea ce privește caracteristicile mecanice cât și diminuarea la maximum a deformațiilor.

Din analize unor realizări de sudură elaborate de Institutul de sudură Paton din Kiev prezentate sub formă de grafice și tabele și reproduse în lucrarea /13/, au rezultat concluziile de mai jos de care s-a ținut seama la determinarea parametrilor tehnologici de sudare sub strat de flux a tablelor subțiri prin supraconere și anume:

- creșterea curentului de sudare când ceilalți parametri rămân neschimbați, mărește pătrunderea, îninea cusăturii fiind influențată ceva înesizabil; mărește viteza de toare a sirnei de sudare (pentru același diametru) și în consecință crește cantitatea de metal topit în unitatea de timp;

- la valoarea aceluiași curent de sudare densitatea de curent și adâncimea de pătrundere variază invers proporțional cu variația diametrului sirnei de sudare, iar îninea buii topite pentru un curent de valoare dată, crește odată cu creșterea diametrului sirnei.

Densitatea de curent are o valoare limită sub care, pentru un curent dat, procesul de sudare încetează. Aceste valori limită minime se arată în tabelul 3.9. În scriind cercetătorii respectivi recomandă utilizarea de sirne subțiri la densitate mare de curent pentru care se dau valorile maxime în tabelul 3.10.

Tabelul 3.9.

Limite minime de densități de curent /13/

Diametrul sirnei /mm/	$I_s$ min. /A/	$J$ min. /A/mm <sup>2</sup> /
2	190	60,5
3	250	35,4
4	350	27,8
5	475	24,2
6	625	22,1

Tabelul 3.10.

Limite maxime de curent /13/

Diametrul sirnei /mm/	Curentul de sud. $I_s$ /A/	Densitatea $J$ /A/mm <sup>2</sup> /
2	670	213
4	1450	115
5	1700	86,6
6	2300	81,2

- Variația tensiunii arcului de sudare influențează creșterea sau descreșterea cantității de flux topit, îninea cusăturii și pătrunderea. La valori ridicate ale tensiunii arcului crește, iar pătrunderea scade, trăgându-se concluzia că la sudarea cu acest procedeu, trebuie să se mențină pe valorile minime ale tensiunii pentru a obține o cusătură, cu profil optim, inclusiv o pătrundere bună. Fig. 3.12.

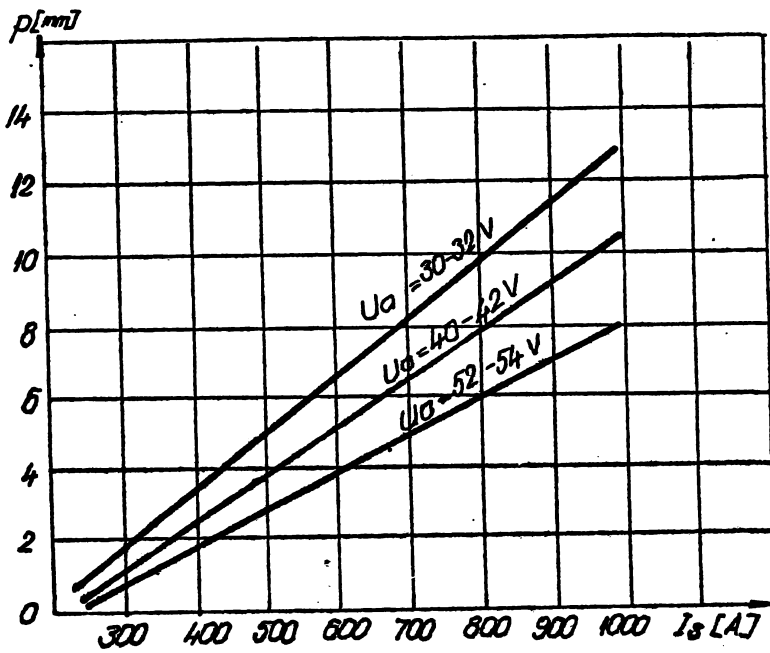


Fig. 3.12. Influența curentului de sudare și a variației tensiunii arcului asupra pătrunderii (adâncimii de topire) la sudarea automată sub strat de flux.

coeficientului de topire a sîrmei electrod, după cum crește sau scade această lungime.

- variația vitezei de sudare are o influență invers proporțională cu variația adîncimii pătrunderii și lății-ii cusăturii.

- lungimea capătului liber al sîrmei dintre punctul de contact electric al ieșirii din pistol și extremitatea ce atinge baie topită este proporțională cu încălzirea acestei porțiuni prin efectul Joule-Sauz, mărind sau micșorînd valorile coe-

#### 3.7.4. Determinarea parametrilor tehnologici de sudare prin suprapunere sub strat de flux a tablelor subțiri.

Parametrii tehnologici de sudare sînt mărimi aleatoare, stochastice, ale procedurii de sudare considerat. Ca atare analiza corelației dintre acestea, se poate face mai cuprinzător pe bază de statistică matematică cu ajutorul teoriei regresiei care constituie o parte a teoriei corelației.

Astfel, dacă se consideră diametrul sîrmei de sudare ca avînd valori variabile și intensitatea de sudare de asemenea ca o variabilă între anumite limite, se poate considera:

$$X = d_s = x_i, Y = I_s = y_j \text{ unde } i = 1, 2 \dots n \text{ și}$$

$$j = 1, 2, 3 \dots m \text{ ca mărimi aleatoare cu repartiția } p(x_i, y_j)$$

Regresia lui  $Y$  în  $X$  este dată de funcția

$$\bar{y}(x) = M\left(\frac{y}{x}\right) = \sum_{j=1}^n y_j p\left(\frac{y_j}{x}\right) \quad (3.11)$$

unde  $x$  este una din valorile mărimilor  $x_1, x_2, \dots, x_n$  (diametrele electrozilor susceptibili a se utiliza), iar  $M\left(\frac{y}{x}\right)$  este speranța matematică a mărimii aleatoare  $Y$  (în cazul nostru  $I_s$ ) pentru o anumită valoare a lui  $x$  (în cazul nostru al diametrului sârmei de sudare  $d_s$ ).

Variind pe  $x$  (diametrul sârmei) ca pe un parametru se obține în planul variabilelor ( $x, \bar{y}$ ) locul geometric al centrelor repartițiilor condiționate, respectiv curba de regresie a lui  $Y$  în  $X$ . Dacă în (3.11) se schimbă locul variabilelor, se va obține o curbă de regresie a lui  $X$  în  $Y$ .

Relațiile dintre curentul de sudare și diametrul sârmei electrod în sudarea sub strat de flux se fundamentează pe o serie de factori direcți care depind de o mulțime de variabile ca: viteză de toare și diametrul sârmei electrod, tensiunea arcului, calitatea fluxului, înclinarea sârmei, felul curentului, polaritatea, forma rostului; factori conexi ca: variația tensiunii rețelei de alimentare electrică, variația temperaturii mediului ambiant (în condiții de ventier) etc. /99, 117/.

Pentru table de eroare cuprinse între 5 și 3 mm - pe care trebuie să le sudăm prin suprapunere, s-a ales domeniul limitei diametrelor sârmei de sudare cuprinse între:

$$2 \leq d_s \leq 5 \text{ mm} \quad (3.12)$$

Domeniul în care trebuie să se selecteze valorile curentului de sudare  $I_s$  în funcție de diametru sârmei - limita inferioară  $I_{si}$  și limita superioară  $I_{ss}$  - s-a calculat cu ajutorul regresțiilor /99/.

$$I_{si} = 162,5 d_s - 190 \quad (3.13)$$

$$I_{ss} = 13 d_s^2 + 147 d_s - 87 \quad (3.14)$$

Calculând valorile limitelor pentru sârme de sudare cu diametrul cuprins între  $\varnothing 2$  mm și  $\varnothing 5$  mm precum și valoarea curentului de sudare din relația:

$$I_{an} = \frac{I_{si} + I_{ss}}{2} = 6,5 \cdot ds^2 + 154,75 \cdot ds - 138,5 \quad (3.15)$$

s-au obținut valorile din tabelul 3.11.

Tabelul 3.11.

Valorile minime medii și maxime ale curentului de sudare calculate cu regresiiile (3.13) și (3.14)

$D_s$ /mm/	$I_{si}$ /A/	$I_{an}$ /A/	$I_{ss}$ /A/
2	135	200	260
3	300	390	470
4	460	590	710
5	640	800	970

Cu aceste valori s-au calculat curbele de regresie care delimitază domeniul limitelor între care trebuie să se găsească valorile curentului de sudare în funcție de diametrele sîrmelor Fig. 3.13.

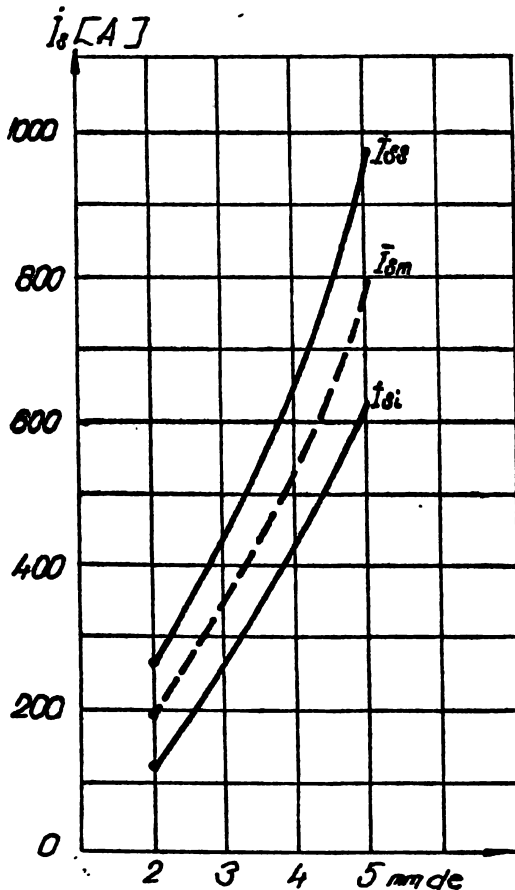


Fig.3.13. Determinarea domeniului intensității curentului de sudare  $I_s$  cu ajutorul curbelor de regresie a limitei superioare  $I_{ss}$  și inferioare  $I_{si}$  în domeniul valorilor diametrului sîrmelor de sudare 2  $d_s$  5 mm.



Diimetrul sirmei de sudare  $d_s$ , s-a determinat in functie de curentul de sudare, din tabelul 3.9. și pe cale grafică din diagrame din Fig. 3.13.

Avind determinate limitele valorilor curentului de sudare  $I_s$  și diimetrul sirmei  $d_s$ , s-au ales limitele tensiunii arcului de sudare in functie de acești parametri din tabelul 3.12.

**Tabelul 3.12.**

Tensiunea arcului electric de sudare  $U_s$  in volți in functie de  $I_s$  și  $d_s/92/$

=====	
$I_s$ /A/	$d_s$ /mm/
	2 - 3,25      4
	$U_s$ /V/
=====	
150 - 300	32 - 34
301 - 500	32 - 34
501 - 600	36 - 40
601 - 700	38 - 40    40 - 42
701 - 800	-            40 - 43
801 - 900	-            40 - 44
1001 -1200	-
=====	

și viteza de insintare a sirmei de sudare  $V_s$  care s-au calculat analitic și anume:

a) Viteza de sudare s-a determinat cu ajutorul relațiilor care reprezintă cantitatea de căldură necesară topirii băii metalice de sudare:

$$Q_s = A \cdot \gamma \cdot q \cdot V_s \tag{3.15.}$$

și căldura necesară topirii băii de sudare dată de arcul electric de sudare exprimată cu relația:

$$Q_s = 0,24 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot U_{es} \cdot I_s \tag{3.16}$$

in care:

- A - secțiunea cusăturii in  $cm^2$
- $\gamma$  - masa specifică in  $g/cm^3$
- q - la oțeluri 500 cal/g
- $V_s$  - viteza de sudare in  $cm/s$

Pe baza calculelor și considerațiilor de mai sus s-au determinat valorile medii ale parametrilor electrici, in functie de diimetrul sirmelor pentru tehnologia de sudare a t.ulelor suprapuse, de grosime între 5 - 8 mm, și anume:

$d_{sa}$ /mm/	2	3,25	4	
$I_{san}$ A	200	390	590	
$U_{san}$ V	29	32	33	
l	92	0,28	0,3	0,34

In afară de parametrii electrici in procesul de sudare se consideră ca importante viteza de sudare  $V_s$

$\eta_1$  - coeficient dat în funcție de curentul de sudare și tensiunea arcului care pentru tensiunile considerate = 0,28, 0,3 și 0,34

$\eta_2$  - coeficient = 0,81 și 0,86

Egalind relațiile (3.15) și (3.16) s-a obținut viteza de sudare.

$$v_s = \frac{0,24 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot U_{as} \cdot I_s}{\lambda \cdot \gamma \cdot q} \text{ cm/s} \quad (3.17)$$

Înlocuind valorile și făcînd calculele s-a obținut viteza de sudare transformată în m/h pentru sîrmele:

	Ø 2,00	$v_s = 26$ m/h
- pentru sîrmă cu	Ø 3,25	$v_s = 31$ m/h
	Ø 4	$v_s = 46$ m/h

b) Viteza de însîntare a sîrmei s-a determinat cu relația:

$$v_e = \frac{4 \cdot v_s \cdot \lambda'}{\pi \cdot d_s^2} \text{ în care:} \quad (3.18)$$

$\lambda' = 0,5 \lambda$ . Înlocuind dătele în (3.18) și făcînd calculele s-a obținut:

$$v_e = 84,6 = 85 \text{ m/h}$$

Recapitulînd, valorile medii ale parametrilor tehnologici determinați statistic, analitic și grafic cu care s-au făcut probe de sudare preliminară au fost:

$d_s$	/mm/	2	3,25	4	
$I_{sm}$	determ. de regresiile (3.13) și (3.14)	A	200	390	540
$I_s$	calculat analitic	A	135	320	460
$U_{as}$	în funcție de $I_s$ și $d_s$ (media)	V	29	33	39
$v_s$		m/h	26	31	46
$v_e$		m/h	34	85	50

Lățimea cusăturii s-a determinat din relația:

$$b = \frac{p^2}{0,6 \cdot p} = \frac{5,2^2}{0,6 \cdot 5,2} = 11 \text{ mm (la tablele de 8 mm)}$$

### 3.8. Lucrări și măsuri preliminare.

#### 3.8.1. Lucrări efectuate înainte de începerea montajului tablelor.

Înainte de a se începe lucrările de montaj propriu zis al  
tablelor rezervoarelor s-au efectuat următoarele lucrări:

- s-au executat drumurile acces, platformele de lucru; s-au  
transportat și montat burlacii și utilajele necesare inclusiv ins-  
talațiile de alimentare electrică pentru forță și lumină, etc. după  
cum se arată în fig. 3.1. dela pag. 46.

- s-a verificat și preluat cu proces verbal de la organiza-  
ția de construcții industriale fundația rezervoarelor, fig. 3.14  
în care s-au consemnat rezultatele măsurătorilor efectuate pe par-  
cursul lucrărilor de execuție a fundației, inclusiv certificatul  
care atestă gradul de compactare a structurilor elastice, eliberat  
de un organ de specialitate;

- s-au verificat toleranțele admise ale fundației. Pe contu-  
rul general al inelului de beton nu se admite nici o toleranță  
față de orizontală, local se admite o toleranță față de verticală  
de max.  $\pm 3$  mm la 900 mm. Pe conturul general al suprafeței funda-  
ției pe care se rezază fundul rezervorului (stratul anticoroziv)  
nu se admite nici o toleranță. Radial panta trebuie să fie de 1,50 %  
iar local se admite o toleranță de  $\pm 20$  mm pe 4 m lungime;

- s-au identificat după necaj tablele fundului, s-au trans-  
portat și pregătit pentru montaj;

- s-au trasat axele fundului  $x_1 - x_2$  și  $y_1 - y_2$  și s-a marcat  
provizoriu centrul geometric al fundației; s-a amplasat tabla  
centrală a fundului și s-a materializat centrul rezervorului pe  
aceasta prin sudarea unui stativ de lemn și s-au fixat în cele  
patru puncte lângă inelul de beton al fundației, câte o bornă pen-  
tru materializarea lor.

#### 3.8.2. Măsuri tehnologice pentru păstrarea constantă a para- metrilor de sudare.

Păstrarea constantă a valorilor parametrilor de sudare pe  
parcursul sudării, în mod deosebit la aplicarea acestui procedeu  
de sudare, este una din garanțiile sigure a obținerii unei îmbinări  
sudate de calitate corespunzătoare putându-se obține totalitate și  
o reducere substanțială a deformațiilor. La sudarea manuală a  
acestor structuri se obțin deformații mari, în sfera limitelor ad-  
misibile în mare măsură datorită variațiilor vitezei de sudare, a

lungimii arcului și a intensității curentului, care fiind la baza sudurilor, acestea nu le pot menține constante și nici nu respectă ordinea de sudare, lungimea și sensul pagilor, etc. Din aceste cauze și pentru a avea o garanție sigură a aplicării corecte a regimului de sudare, a delimitării lungimii porțiunilor și a respectării stricte a ordinii și lungimii pagilor de sudare s-au luat apoi următoarele măsuri:

- utilizarea la sudare a mașinilor A3F4 la care viteza de sudare și cea de rotație a cârrei se realizează mecanic prin raportul dintre numărul de dinți a două angrenaje. În acest fel odată stabilite aceste viteze ele rămân constante. De asemenea înainte de a începe procesul de sudare se stabilește unghiul de inclinare și lungimea liberă a cârrei care de asemenea rămân constante;

- s-au stabilit cele două zone ale fundului și a cărrei centrale și marginale. Sudarea tablelor acestora urmează să se face în două etape independente, iar înclinarea între ele după sudarea primei vinde de tablele marginale ale fundului, după cum se va arăta mai jos;

- s-a stabilit ordinea de sudare și lungimea pagilor de pelerin, atât pentru sudarea automată cât și pentru cea manuală. Pentru stricta conformare acestea s-au marcat zilnic cu cretă pe table pentru ca operatorii suduri să le respecte întocmai.

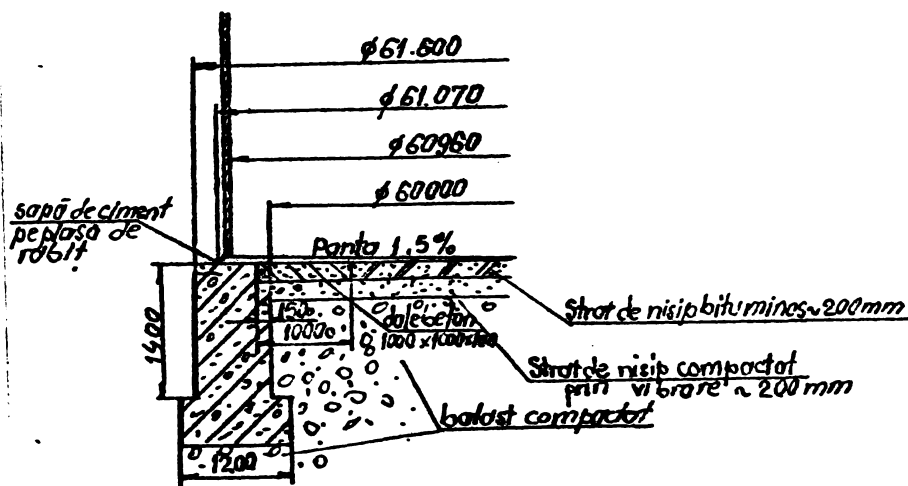


Fig. 3.14. Așezarea rezervorului de fundație. Detaliu.

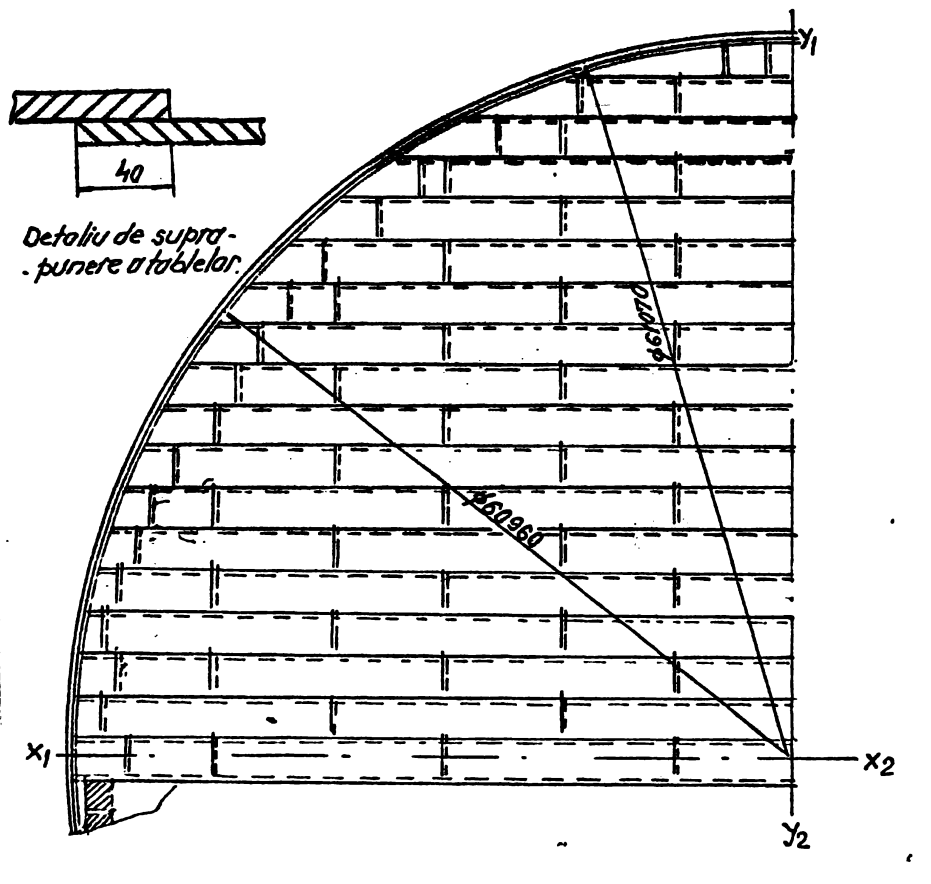


Fig.3.15. Presarea cercurilor periferice<sup>ale</sup> fundului

**3.9. Determinarea și aplicarea tehnologiei de montaj și sudare a tablelor fundului.**

**3.9.1. Tehnologia de montaj.**

Tablele s-au transportat și așezat în fișii pe fundație cu macarous turn, de la periferia spre centrul rezervorului, cu partea vopsită spre fundație.

După ce au fost așezate toate tablele pe fundație s-a început montajul acestora de la table din centrul rezervorului și fișiei centrale așezată cu laturile lungi pe direcția axei  $x_1 - x_2$ .

S-au montat apoi în stînga și în dreapta acesteia pe axa  $x_1 - x_2$  tablele fișiei centrale, cea superioară suprapusă cu latură scurtă dinspre periferie peste capătul tablei care urmează spre periferie ș.a.m.d. După aceasta s-a început montajul fișiiilor stînga dreapta pe axa  $y_1 - y_2$ , avîndu-se în vedere că laturile lungi să fie suprapuse peste tablele fișiei centrale, iar cealaltă pe direcția axei  $y_1 - y_2$  să se suprapună peste laturile tablei următoare. Laturile scurte ale tablelor fișiiilor se vor suprapune

peste cea scurtă a tablei dinspre periferie. Lungimea supraoasă aștit pe latură lungă cit și pe cea scurtă va fi de 30 mm la rezervoarele de 20.000 și 31.500 m<sup>3</sup> și de 40 mm la cele de 50.000 m<sup>3</sup> (Fig. 3.15).

După montajul tuturor tablelor s-a început centrul acestora, deasemenea de la centru spre periferie și după ce s-a curățat nisipul dintre părțile petrecute ale tablelor, acestea s-au făcut în dispozitive.

### 3.9.2. Tehnologia de sudare, cu procedeul manual a părților epolate ale fundului.

Părțile epolate, marcate cu litera "e" pe planul din fig. 3.16 se sudază manual prin toare electrică cu electrozi înveliți în ordinea numerotată în acest plan.

Cordcanele de sudare ale îmbinărilor din zona epolată se polizează cu polizorul de mare turație și discuri din material plastic până la nivelul tablelor pentru a se crea o așezare bună a părții de jos a laturilor lungi a tablelor primei virole pe tablele marginale ale fundului.

#### b) Tehnologia de sudare sub strat de flux a tablelor centrale ale fundului.

Tablele centrale ale fundului formând un ansamblu independent s-au sudat concomitent cu montarea și sudarea virozelor masivei, ceea ce a condus la scurtarea termenului de execuție al rezervorului. Sudarea acestora s-a făcut cu procedeul automat sub strat de flux, cu luarea măsurilor cerute de sudarea sub cerul liber în condiții de șantier (ploi, vânt, ninsoare, temperatură scăzută, etc.).

Sudarea s-a efectuat în două faze:

a) La început s-au sudat prin suprapunere îmbinările dintre laturile scurte ale tablelor, strict obligatoriu a se efectua în ordinea numerică și în sensul săgeților cu lungimea șesului egal cu latura scurtă a tablei, după cum se vede în Fig. 3.16. Junătura cealaltă se sudază simetric.

b) După ce s-au terminat de sudat laturile scurte, s-a trecut la sudarea îmbinărilor dintre laturile lungi, care se execută de asemenea prin suprapunere, în ordinea numerică, în sensul săgeților având lungimea șesului egală cu jumătatea din lungimea laturii lungi a tablelor fig. 3.17.

Parametrii tehnologici de sudare cu care s-au sudat tablele în grosime de 6 mm din oțel OL 37 - 4 kf sînt cei indicați în tabelul 3.13.

acești parametri tehnologici de sudare s-au utilizat și la sudarea tablelor marginale ale fundului, care sînt din oțel OL 52 - 4 kf de 8 mm grosime.

Tabelul 3.13.

Parametri tehnologici de sudare a tablelor fundului

Numărul de treceri	Sirna de sudare $\phi$ /mm/	Sirna	Fluxul	Intensitatea curentului $I_g/A$	Tensiunea arcului $U_g/V$	Ordinea de sudare și lungimea pașilor
1 - 2	3,25	S12Mn2	FB 10	400-500	30-32	Ce <sup>4</sup> / <sub>n</sub> fig. 3.16; 3.17 și 3.18
1 - 2	3,25	S10Mn1	FSM 37	400-500	30-32	

Viteza de înaintare tractor (de sudare):

- trecerea 1 - angrenaje 24/29 care dau viteza de sudare 37,5 m/h
- trecerea 2 - angrenaje 25/26 care dau viteza de sudare 40,5 m/h

Viteze de avans sirmă

- angrenaje - 20/33 care dau o viteză de înaintare sirmă 87,5 m/h

c) Tehnologia de sudare automat sub strat de flux a tablelor marginale și a acestora de cele centrale.

Tablele marginale s-au sudat între ele și apoi de cele centrale după ce s-au sudat tablele primei virole a montelei de tablele marginale ale fundului.

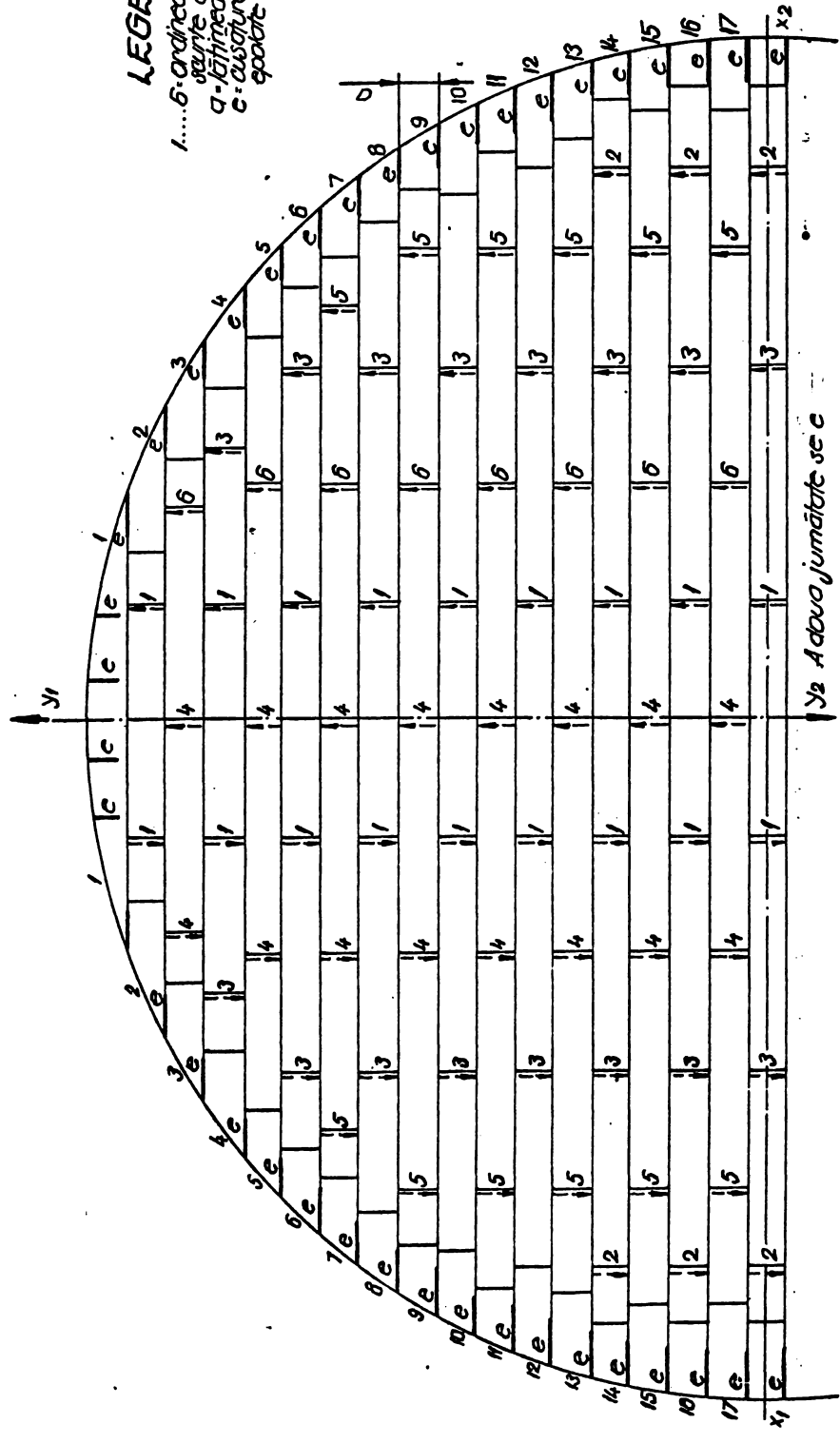
Sudarea acestor îmbinări se face luîndu-se măsuri impuse de sudarea sub cerul liber în condiții de șantier (vînt, ploaie, viscol, etc.) în două faze:

Întrîntî s-au sudat prin suprapunere îmbinările laturilor scurte ale tablelor marginale, după care a urmat sudarea îmbinărilor laturilor lungi. Ordinea de sudare sensul și lungimea pașilor de sudare sînt în ordinea numerotării și a săgeților din fig. 3.18.

Tehnologia de montaj și sudare, succesiunea de sudare ale fezelor și părților fundului; ordinea de sudare și lungimea pașilor, etc. specificate la punctul 3.7. se aplică la montarea și sudarea fundurilor rezervoarelor cuprinse între 5.000 și 100000 m<sup>3</sup> cu grosimi de tablă similare.

**LEGENDA:**

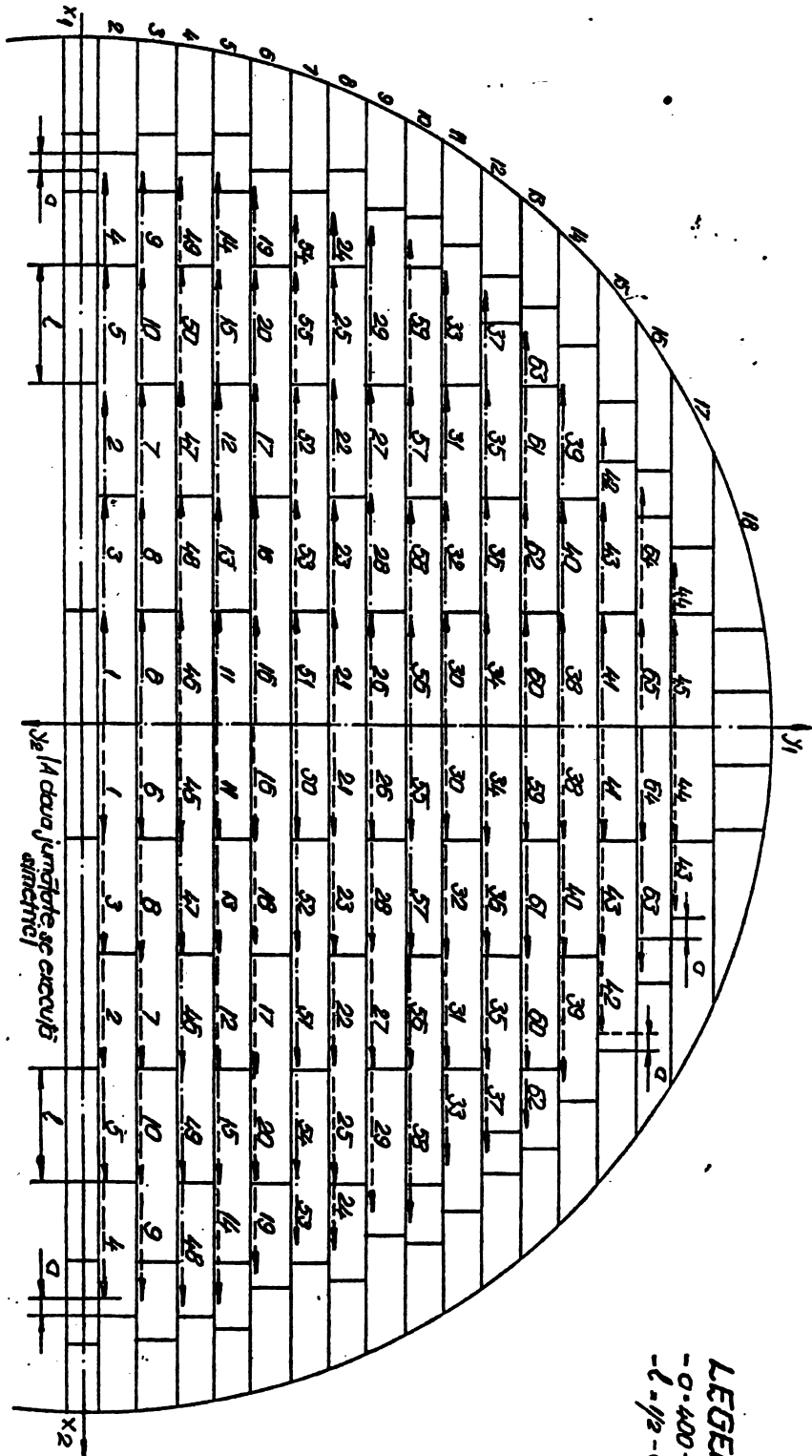
- 1.....6-ordinea de sudare a latiiilor  
marginale a tablilor centrale;
- 7-13-ordinea tablilor
- 14-17-ordinea sudurii a partilor  
epolate a tablilor marginale.



**Fig. 3-16**

**ORDINEA DE SUDARE SI LUNGIMEA PASILOR - 0: LĂȚIMEA TABLILOR  
PENTRU SUDAREA AUTOMATĂ SUB FLUX A LATIILOR SCURTE CENTRALE  
SI SUDAREA MANUALĂ ELECTRICĂ A PĂRȚILOR EPOLATE A TABLILOR MARGINALE ALE  
FUNDULUI.**





LEGENDA:  
 - Ø 400 - 500 mm  
 - L - 1/2 - din lungimea tablelor

Fig. 3.17  
 ORDINEA DE SUDARE SI LUNGIMEA PASILOR - L - 1/2 DIN LUNGIMEA TABLELOR  
 LA SUDAREA AUTOMATA SUB STRAT DE FLUX A LATURILOR LUNGI ALE TABLELOR CENTRALE  
 ALE RINDULUI REZERVARELOR.

### 3.10. Tehnologie de montaj și sudare automată în CO<sub>2</sub> a tablelor mantalei rezervoarelor.

#### 3.10.1. Montarea, centrarea și sudarea îmbinărilor verti- cale cu mașina Vertomatic.

Sucesiunea de montaj și sudare a acestor subansamble s-a desfășurat în ordinea:

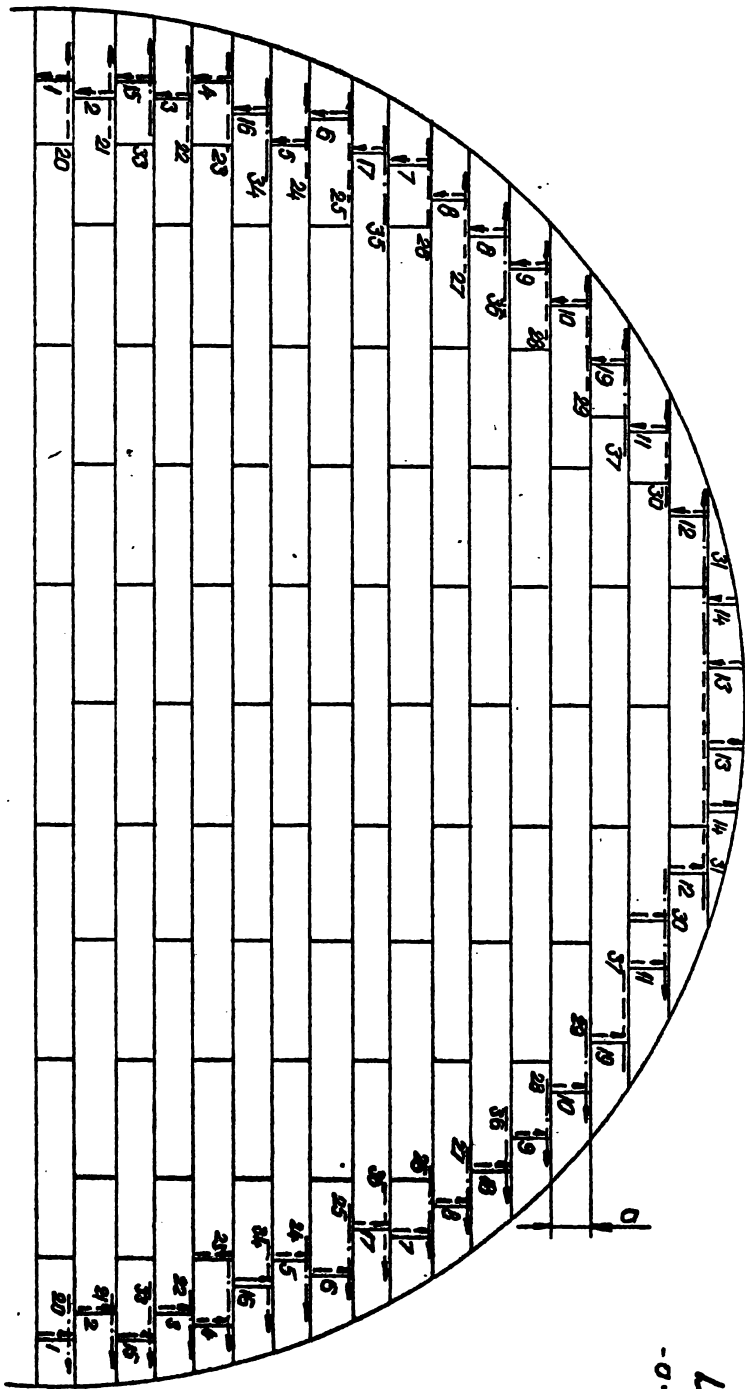
- s-a verificat planșitatea și orizontalitatea zonei epolate a tablelor marginale ale fundului pe care se vor așeza tablele primei virole. Se admite o abatere de la planșitatea de  $\pm 2$  mm pe o lungime de 10 m măsurată la periferia fundului;

- s-a trasat apoi cu compasul, executat pe șantier, circumferința interioară a primei virole a mantalei. Fig. 3.14 și Fig. 3.15. Reza circumferinței se compune din reza nominală  $R = 30.400$  mm prevăzută în documentația tehnică la care se adaugă 3 - 5 mm pentru contracțiile ce intervin după sudare;

- se montează și se prinde în dispozitive tablele primei virole, începând cu prima tablă care se așează cu marginea scurtă din partea dreaptă, văzută din interior pe axa  $x_2$  pe circumferința exterioară trasată pe tablele marginale ale fundului și se numește cu 1. După aceasta se montează și prinde în dispozitive table numărul 2. Rostul dintre tabla 1 și tabla 2 se notează pe marginea stângă  $w_1$ . Se continuă apoi în același mod cu tablele 3, 4... etc. numerotându-se rosturile cu  $w_2, w_3 \dots$  etc., ultimul fiind rostul dintre tabla ultimă și prima, înținerie ce constituie așa numita "cheie" deoarece închide virola respectivă după centrarea tablei cu tabla începând cu prima tablă și terminând cu ultima. În general această ultimă tablă trebuie "ajustată" prin tăiere cu fișă la fașă 1 cului după ce s-au asigurat deschiderile rosturilor dintre tablele virolei cerute de grosimile tablelor respective.

Tablele s-au montat și centrat înainte de sudare pe verticală (laturile scurte) și pe orizontală (laturile lungi) cu ajutorul dispozitivelor special construite în acest scop.

- După montare a început centrarea tablelor cu respectarea dimensiunii rostului și abaterilor maxime admise pe verticală și curbă în condițiile prevăzute. După măsurarea acestora și încadrarea lor în limitele abaterilor prevăzute s-a început procesul de sudare a îmbinărilor verticale, automat ascendent în CO<sub>2</sub> cu mașina Vertomatic cu reținerile de sudare din tabelul 3.3. de la p. 51.



LEGENDA:  
 - 0 - linia de tabelor

Fig. 3-18

ORDINEA DE SUDARE A LATURILOR SUJETE SI LUNGII ALE TABELELOR  
 MARGINALE DE CELE CENTRALE ALE FUNDULUI REZERVORULOR. LUNGIMEA PASILOR LA  
 TABELELE SUJETE, O'EGAL CU LATTIMEA TABELELOR. LA IMBINARILE ORIZONTALE PASUL ESTE  
 EGAL CU LUNGIMEA PĂRTEI NESUDATE PE LATURA LUNGII A TABELELOR CENTRALE SI IMBINAREA  
 SUDATA A PĂRTELOR EXPOLATE ALE TABELELOR MARGINALE ALE FUNDULUI REZERVORULOR.

### 3.10.2. Îmbunătățiri tehnico-economice aduse sistemului de montaj al tablelor virolelor.

Transportul tablelor în jurul rezevorului, ridicarea și ținerea la locul de montaj până la prinderea acestora în dispozitive s-a făcut cu ajutorul macaralei turn, utilizaj cu viteză de deplasare redusă și foarte costisitor. Această metodă de montaj reprezintă totuși un factor de progres tehnic față de metodele improvizate utilizate anterior la montajul rezervoarelor.

În faza întâi montajul tablelor virolelor s-a făcut cu acest mijloc de montaj și a constituit varianta I de montaj. Pe parcursul montajului s-a studiat posibilitatea îmbunătățirii procedurii de montaj prin înlocuirea macaralei turn, ceea ce a constituit varianta a II-a de montaj.

În varianta I macaraua turn cu mișcare pe linie ferată este immobilizată pe tot parcursul perioadei de montaj și necesită plata chiriei și salariile personalului de manevră și întreținere pe două schimburi indiferent dacă acest lucru este sau nu posibil. Fig.3.1. de la pag. 43.

În varianta a II - a ca rezultat al studiilor s-a concluzionat și adoptat o nouă metodă de montaj, care pe parcurs, a înlocuit-o definitiv pe prima.

În această variantă, în locul macaralei turn, s-a prevăzut preluarea și ridicarea tablelor de jos dintr-un punct fix de către o macara pivotantă pe pneuri cu ajutorul căreia tablele se ridică și așază pe cîte trei cărucioare de transport. Cu aceste cărucioare care se bazează și mișcă pe tablele virolei inferioare celei în curs de montaj, tablele preluate din macara pivotantă se transportă prin împingere de pe schele montate pe virole inferioară, la locul de montaj. Acolo se prinde colul inferior al tablei de montat de colul superior al tablei montate, după care se scot cărucioarele unul după altul, table prinzîndu-se în dispozitivele respective de montaj.

Așa s-a procedat virolă după virolă în ordine; montarea tablei după tablă, centrare, încadrarea în limitele eteterilor admise; sudarea îmbinărilor verticale automat cu  $CO_2$  cu mașina Vertomatic; controlul îmbinărilor sudate cu radiații penetrante, remedieri după control cu radiații penetrante și în sfîrșit controlul după remedieri, tot cu radiații penetrante.

Rezultatele controlului cu radiații, la verticalitate și cur-

bură, s-au consemnat zi de zi, după fiecare control și măsurătoare în registrul de bord al rezervorului. În acest registru s-au mai consemnat zilnic: forțele de tuncă, consumuri de materiale, temperatura mediului ambiant, defecte depistate cu toate mijloacele de control și în general toate rezultatele răsese definitive după centrări și remedieri precum și orice date care interesează sau influențează realizarea rezervorului.

Valorile obținute la măsurătorile efectuate pe parcursul montării, înainte și după sudarea îmbinărilor verticale, în final s-au încadrat în limitele sbaterilor prescrite.

Se menționează că montorii, sudorii, controlorii, etc. se deplasează pe partea interioară și exterioară a mantalei pentru diferite lucrări, de centrări, remedieri, verificări, etc. cu ajutorul șuruburilor cruce rotabile bilaterale care se deplasează pe rucina superioară a tablelor viroșelor cu ajutorul unui ancrenaj acționat manual cu un lanț.

### 3.13.3. Sudarea îmbinărilor circulare automat în CO<sub>2</sub> cu mașina Circomatic.

După ce s-au sudat îmbinările verticale ale oricei și a două viroșe și s-au efectuat controalele, s-au refăcut centrările și părțile unde s-au depășit sbaterile și verificările prevăzute în instrucțiunile tehnice după care valorile definitive s-au consemnat în registrul de bord, (anexele 1-8) s-a început sudarea îmbinării circulare cap la cap orizontal în plan vertical dintre viroșe I cu table de 26 mm grosime și viroșe a II-a din table de 22 mm grosime, automat în CO<sub>2</sub> cu mașina Circomatic.

Prezentarea marșurilor, parametri tehnologici de sudare geometria rostului, numărul de treceri, etc. care s-au folosit la sudarea celor șapte îmbinări circulare se arată în tablele 3.14 și 3.15.

Au s-a trecut la montarea viroșei următoare după efectuarea controlului cu raze penetrante și executării remediilor atât la îmbinările verticale cât și la cele orizontale; și executării îmbinărilor intersectate după ce acestea au fost crașuite cu arc-șer și după controlul acestora cu raze penetrante și în final până când centrările controlate și măsurate atât pe verticală cât și pe circulară nu prezintă valori care să se încadreze în limitele sbaterilor prestabilite.

Sudarea îmbinărilor circulare s-a făcut virolă după virolă cu mașina Circomatic autopropulsată după cum se vede în fig. 3.19.

Rezultatele definitive ale măsurătorilor s-au consemnat în registrul de bord după montajul și centrajul fiecărei virole.

3.10.4. Sudarea cu electrozi înveliți a unor îmbinări la mantaua rezervorului.

În părțile neaccesibile mașinilor s-a aplicat sudarea manuală cu electrozi înveliți și anume:

- 1) sudarea părții de jos a îmbinărilor verticale ale primei virole.

La prima virolă a rezervoarelor rămâne o distanță de la fundul <sup>rezervorului</sup> în susul tablelor și deci a îmbinărilor verticale de cca. 250 mm pe care mașina nu o poate suda din cauza distanței insuficiente dintre fund și capul de sudare. Aceste porțiuni s-au sudat cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți.

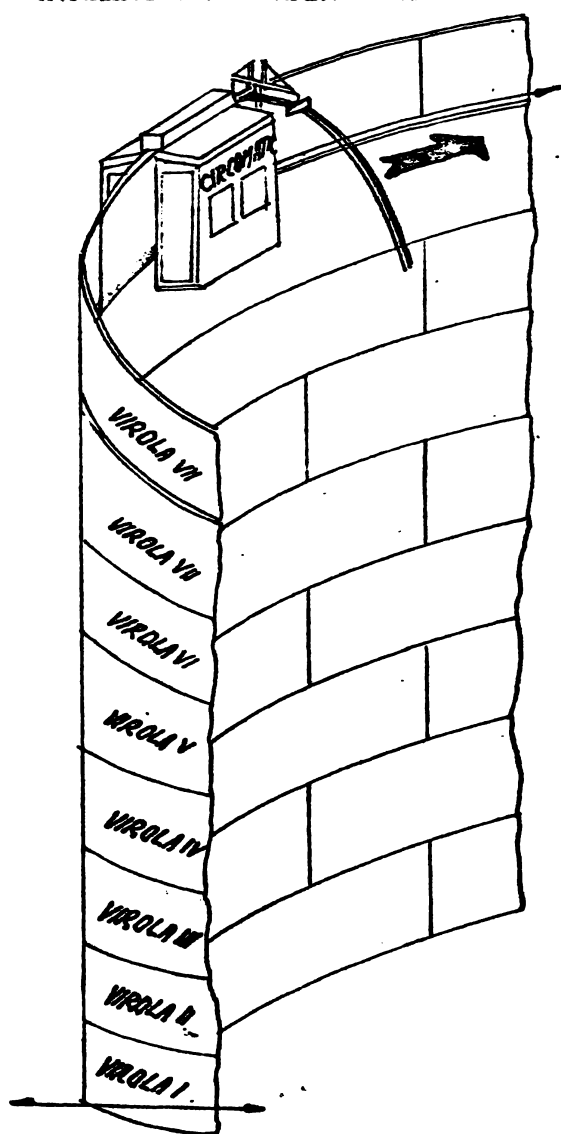
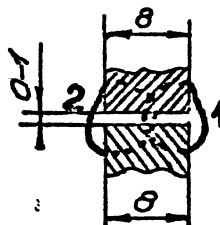
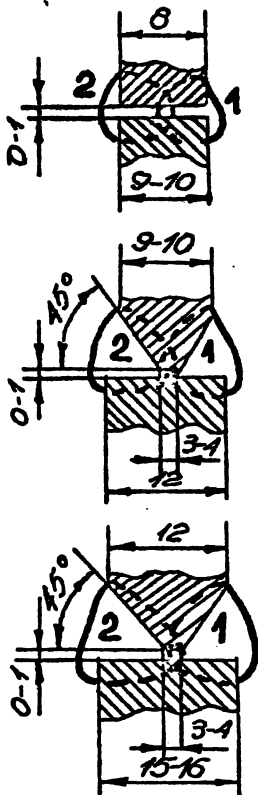
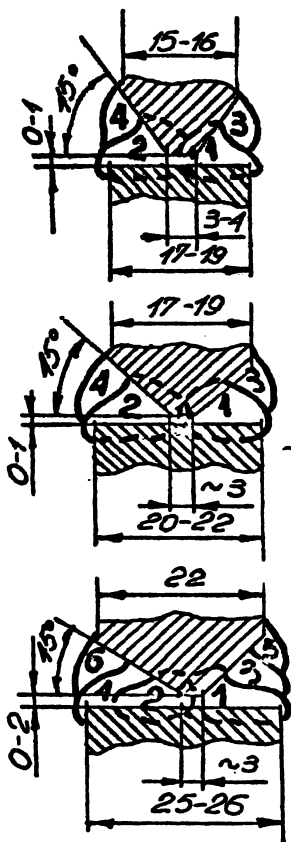


Fig. 3.19. Sudarea îmbinărilor circulare cu mașina automată Circomatic.

**PREGATIREA MARGINILOR SI HUMARUL TRECERILOR  
SUDAREA AUTOMATA IN CO<sub>2</sub> A ÎMBINĂRILOR  
CIRCULARE CU MASINA CIRCOMATIC**

**A. PREGATIREA MARGINILOR ȘI DIMENSIUNILE ROSTURILOR**



GROSIMEA TABLELOR VIROLELOR			
REZER- VORUL	20.000 mc.	31.500 mc.	60.000 mc.
VIROLA 8	8	8	8
VIROLA 7	8	8	8
VIROLA 6	8	10	9
VIROLA 5	10	12	12
VIROLA 4	12	16	15
VIROLA 3	15	18	19
VIROLA 2	17	22	22
VIROLA 1	20	25	26

**NOTA:** 1-2 }  
3-4 } 3 TRECERI CU MAȘINA AUTOMATA CU  
5-6 } DOUA CAPETE DE SUDARE.

**TABELUL 3.14**

PARAMETRII TEHNOLOGICI PENTRU SUDAREA  
AUTOMATA CU CO<sub>2</sub> A IMBINARILOR  
CIRCULARE CU MASINA CIRCUMATIC

**B. PARAMETRII DE SUDARE :**

GROSIMEA TABELOR, 5mm			NUMARUL DE TRAGERI	DECALAJ INTRU TR. INT. SI CIA EXT. -mm.	PARTEA INTERIOARA			PARTEA EXTERIOARA			VITEZA DE AVANS SUDARE (cm/minut)	Ø SÂRMII Lmm	DEBIT CO <sub>2</sub> (L/min)	CONSUM SÂRMĂ (kg/m)	Obs
REZERVOR 20.000mc	REZERVOR 31.500mc	REZERVOR 50.000mc			[A]	[V]		[A]	[V]	UNGHIIUL DE INCLINARE					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8/8	-	-	1-2	500	150-500	22-25	15°	500-520	22-25	15°	60-65	3/4	30	0,55	
8/8	8/8	8/8	1-2	500	150-500	22-25	15°	500-520	22-25	15°	60-65	3/4	30	0,55	
-	-	8/9	1-2	500	150-500	22-25	15°	500-520	22-25	15°	60-65	3/4	30	0,57	
8/10	8/10	-	1-2	500	150-500	22-25	15°	500-520	22-25	15°	60-65	3/4	30	0,58	
10/12	10/12	9/12	1-2	500	150-500	22-25	20°	520-540	22-25	20°	55-60	4	30	0,66	
12/15	-	12/15	1-2	500	500-520	22-25	20°	530-550	22-25	20°	55-60	4	30	0,79	
-	12/16	-	1-2	500	500-520	22-25	20°	530-550	22-25	20°	55-60	4	30	0,80	
15/17	-	-	1-2	500	500-520	22-25	20°	530-550	22-25	20°	50-55	4	30	0,90	
-	-	15/19	1-2	500	500-520	22-25	20°	530-550	22-25	20°	50-55	4	30	1,00	
-	16/18	-	1-2	500	500-550	22-25	20°	530-550	22-25	20°	45-50	4	30	1,00	
17/20	-	-	1-2	500	150-500	22-25	20°	450-550	21-24	30°	35-45	4	30	0,70	
-	-	-	3-4	500	400-500	22-25	20°	400-500	22-25	20°	50-60	4	30	0,47	
-	18/22	-	1-2	500	500-525	21-24	30°	450-550	21-24	30°	35-45	4	30	0,72	
-	-	-	3-4	500	450-475	22-25	20°	400-500	22-25	20°	50-60	4	30	0,47	
-	-	19/22	1-2	500	500-525	21-24	30°	450-550	21-22	30°	35-45	4	30	0,74	
-	-	-	3-4	500	450-475	22-25	20°	400-500	22-25	20°	50-60	4	30	0,47	
-	20/25	-	1-2	500	500-525	21-24	35° 40°	530-550	21-22	35° 40°	25-30	4	30	1,20	
-	-	-	3-4	500	450-475	22-25	25°	450-475	22-25	25°	40-50	4	30	0,90	
-	-	-	5-6	500	150-175	22-25	20°	150-175	22-25	20°	50-60	4	30	0,48	
-	-	22/26	1-2	500	500-525	21-24	35° 40°	530-550	21-24	35° 40°	25-30	4	30	1,25	
-	-	-	3-4	500	450-475	22-25	25°	450-475	22-25	25°	40-50	4	30	0,93	
-	-	-	5-6	500	150-175	22-25	20°	150-175	22-25	20°	50-60	4	30	0,48	

TABELUL 3.15



Sudarea s-a efectuat după tehnologia de sudare din Fig.3.20 în care se menționează: prelucrarea și deschiderea rostului; parametri tehnologici de sudare, numărul de trecere; sensul, ordinea și lungimea pașilor de pelerin pentru cele trei tipuri de rezervoare.

Acest întinări se execută numai după montarea și sudarea automată în  $CO_2$  a prizelor trei virole.

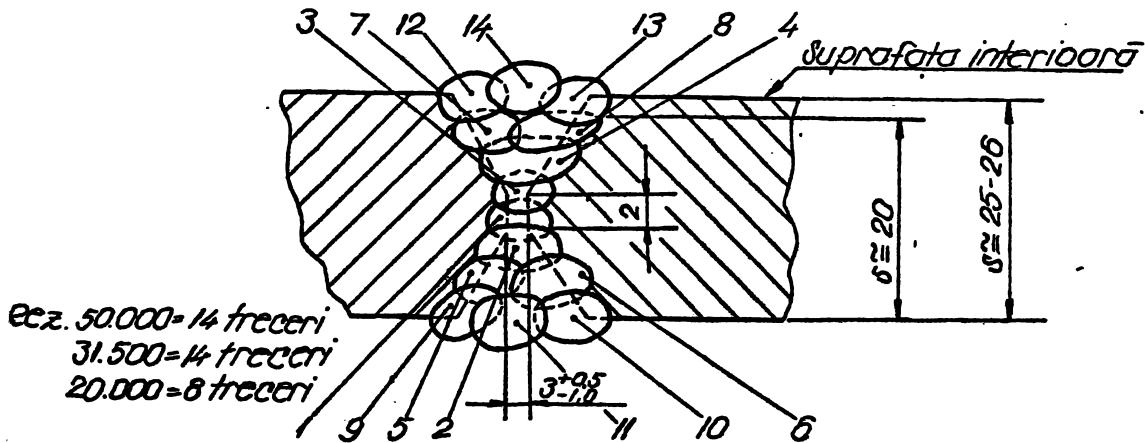
## 2) Sudarea prizei virole de tablele marginale ale fundului.

După montarea și sudarea virolei trei, concomitent cu montajul și sudarea virolelor următoare, s-a sudat cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți tablele primei virole de tablele marginale ale fundului rezervorului.

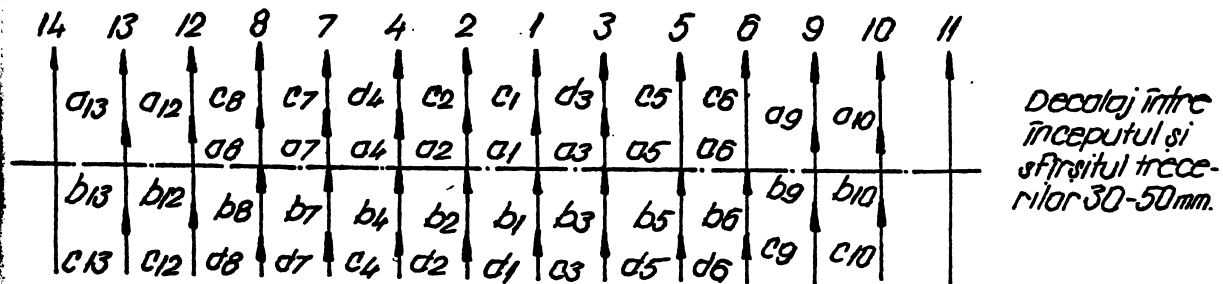
Sudarea se începe mergând în același sens din două sau patru puncte echidistante, concomitent la exteriorul și interiorul mantalei cu un decalaj permanent între cordoanel interior și cel exterior de 300 - 500 mm conform cu cele consemnate în fig. 3.21.

Tehnologia de sudare este cea indicată în fig. 3.22 în care se menționează condițiile de suprapunere a tablelor regimul de sudare, sensul, ordinea și mărimea pașilor de pelerin.

Cusături și numărul trecerilor:



Schema pașilor:



Parametrii de sudare:

Numărul trecerilor	Electrozi		Intensitate curent [A]	Lungimea pasului [mm]	Observații
	φ mm.	Calitate			
1 și 2	3,25	superbaz	130 - 140	200	OL37-4K
3, 4, 5, 6, 7 și 8	4	--	180 - 200	200	pt. 20 ÷ 31.500 mc.
9, 10, 11, și 12	4	--	180 - 200	500	OL52-4BK
13 și 14	4	--	180 - 200	sudura continuă	pt. 50.000 mc.

Fig.3.20 Sudarea tabelor mantalei pe latura verticală-partea de sub îmbinarea sudată automat-cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți.

Fig. 3.20

### 3) Sudarea îmbinărilor verticale ale virolei opt.

Imbinările virolei opt nu se pot suda cu mașina Vertomatic deoarece este prea îngustă față de înălțimea mașinei, iar din cauza greutateii acesteia ar putea să flambeze (grosime de 8 mm).

Sudarea acestor îmbinări s-a executat conform cu tehnologia arătate în Fig. 3.23 în care sînt prevăzute: prelucrarea marginilor, deschiderea rostului, parametri de sudare, sensul ordinea și lungimea pașilor.

Sudarea s-a început concomitent, mergînd în același sens cu patru suduri din patru puncte diametral opuse.

### 4) Sudarea cornierei superioare de virola 8

Înainte de a se începe sudarea cornierei superioare de virola 8 s-au verificat alinierea și poziția pentru a fi aduși perfect la rază, după care s-au sudat pe exteriorul părții de sus a virolei 8 fără a pune probleme deosebite.

### 5) Sudarea părților intersectate ale sudurilor verticale cu cele circulare.

Toate aceste intersecții se scobesc obligatoriu cu arc-er pe o parte și pe alta a virolei pe o adîncime <sup>plac</sup> unde nu se mai găsesc pori, se porizează și sudează manual electric cu electrozi înveliți.

## 3.11. Tehnologia de montaj și sudare a capcoului flotant.

### 3.11.1. Montajul și sudarea segmentelor pontonelor.

După ce s-au sudat prin virolă de tablele marginale ale fundului, acestea de cele centrale și s-a făcut probe de etanșitate a fundului cu pompa de vacuum, s-au introdus în rezervor elementele de pontoni cu macaroua turn sau alta adecvată acestui scop, după care s-a făcut montajul și sudarea în următoarea succesiune:

- S-au asamblat conform cu desenele de execuție și s-au fixat în dispozitive marginile ce urmează a fi sudate, a trei alte trei elemente de pontoni și s-au punctat electric pe partea superioară. S-au răsturnat apoi și potrivit pe partea răsturnată după care s-au prins în puncte de sudură. Imbinările longitudinale s-au sudat automat sub strat de flux, iar cele laterale în poziție verticală, s-au sudat manual electric cu electrozi înveliți. După aceste operații cele trei elemente s-au răsturnat și s-au sudat pe partea răsturnată ca mai sus.

Sudarea acestor îmbinări s-au executat cu parametri tehnologici, atât manual cit și automat sub flux, și semiautomat cu CO<sub>2</sub> conform indicațiilor cu parametri tehnologici din Fig.3.24.

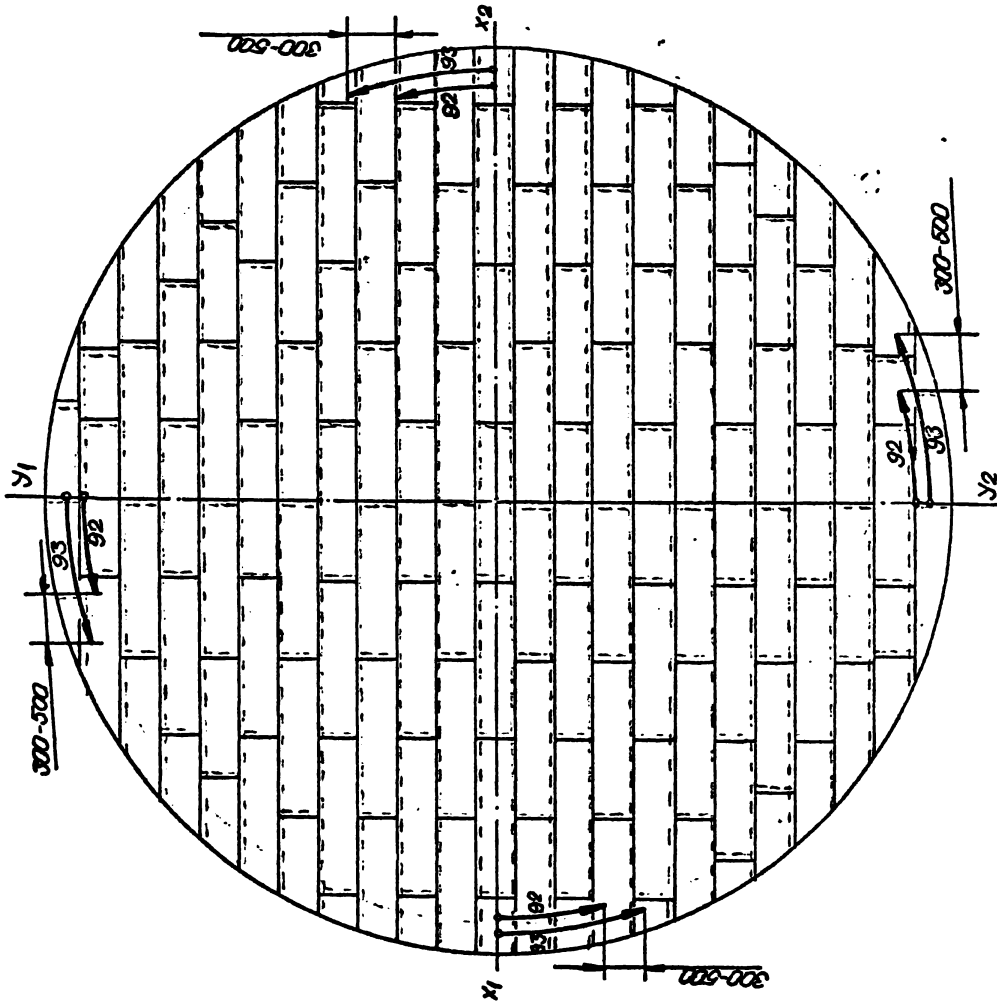
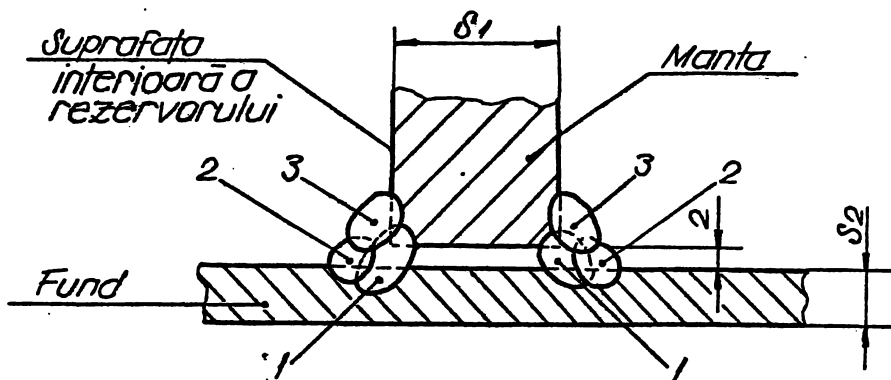


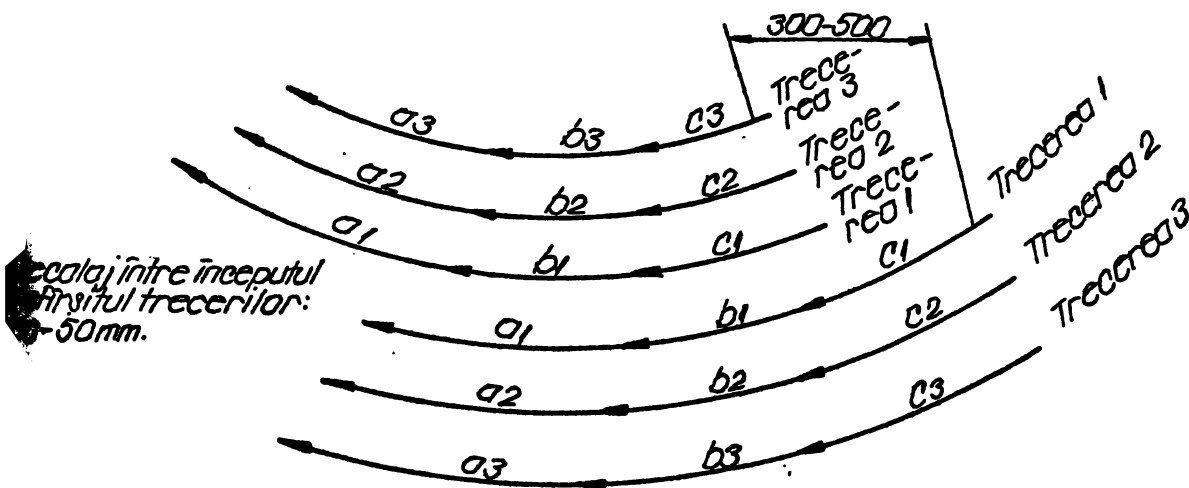
Fig. 3-21  
SUDAREA CU PROCEDEUL MANUAL ELECTRIC PRIN TOPICE  
A TABLELOR VIROLEI I DE TABLELE MARGINALE ALE  
FUNDULUI BEZELORULUI.

Cusături și numărul trecerilor:

$\delta_1$  mm  
20-26  
 $\delta_2$  mm  
8-8



Schema pașilor:



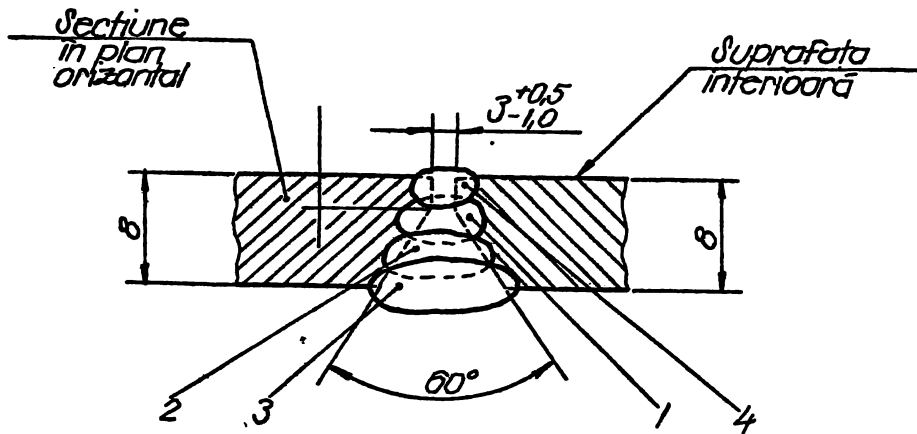
Parametrii de sudare:

Numărul trecerilor	Electrozi		Intensitate curent [A]	Lungimea pasului [mm]	Observații
	$\phi$ mm.	calitate			
1	3,25	superbaz	130 - 140	300	
2 și 3	4	superbaz	180 - 200	300	

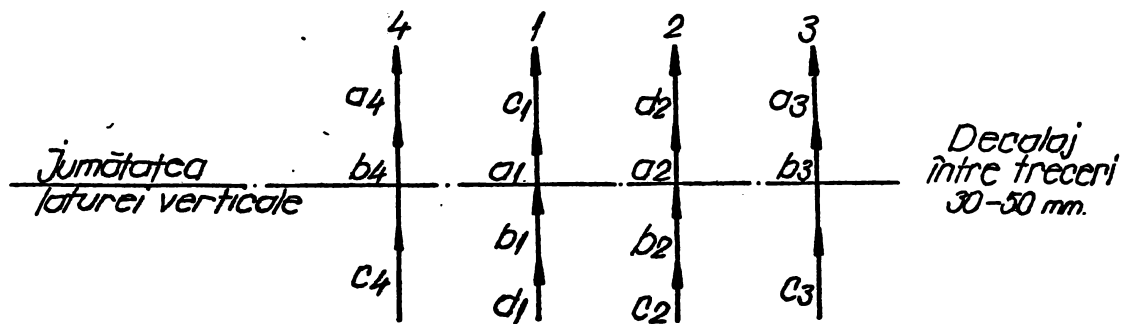
Fig. 3-22

Fig. 3.22 Sudarea toaletelor primei virale de partea periferică a fundului (sudură de colț) cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți.

Cusături și numărul trecerilor:



Schema pașilor:



Parametrii de sudare:

Numărul trecerilor	Electrozi		Intensitate curent [A]	Lungimea pasului [mm]	Observatii
	Ø mm.	calitate			
1	3,25	superbaz	130-140	200	
2	4,00	superbaz	180-200	200	
3 și 4	4,00	superbaz	180-200	200	

Fig. 3.23

Fig. 3.23 Sudarea cap la cap cu completarea la rădăcină cu procedeul manual prin topire electrică și electrozi înveliți pe latura verticală a tablelor superioare de grosime 8 mm.

Paralel cu aceste operațiuni s-a executat egafodajul pe care s-au așezat apoi elementele asamblate ale pontoanelor cu respectarea înălțimii care să asigure panta de 5 la 100 la periferie spre centrul capacului și o distanță de minimum 1.200 mm între fund și membrană în centrul rezervorului.

După ce elementele asamblate au fost ridicate cu macarasa și așezate pe egafodaj, s-au îmbinat unele cu altele și apoi s-a controlat diametrul interior și exterior, orizontalitatea pontoanelor pe conturul exterior și interior în scopul ca odată montate să se înscrie în limitele statarilor prevăzute în documentație.

### 3.11.2. Montajul și sudarea membranei capacului flotant.

#### 3.11.2.1. Tehnologie de montare a membranei capac.

Montajul acestui subansamblu s-a desfășurat în următoarele faze:

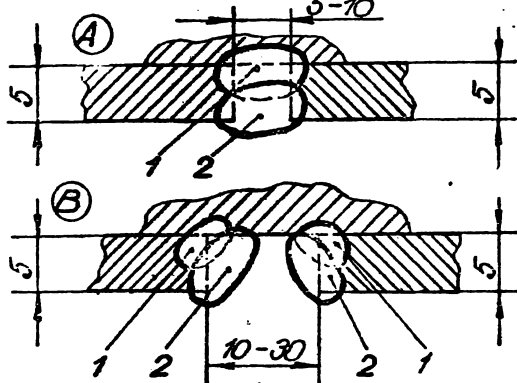
- s-au transportat, introdus în rezervor cu ajutorul mac rolei și montat elementele schelei mobile (steleajul) pentru susținerea provizorie a membranei astfel ca să asigure membranei o pantă de la periferie spre centru de 5 la 100 și o distanță de minimum 1.200 mm de la membrană la fund în centrul rezervorului, Fig. 3.25 pentru a da puțin, personalului de întreținere să curețe și evacueze reziduurile în perioade de revizie.

- s-au transportat și introdus în rezervor tablele membrane, în pachete, pe categorii cu ajutorul macarolei, după care s-au montat pe steleaj după aceeași tehnologie ca cea a montării tablelor funaului.

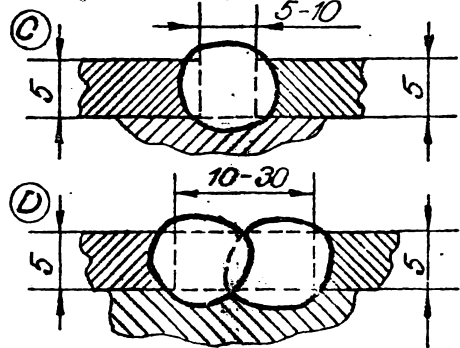
- centrarea tablelor a început deasemenea de la table centrale prin suprapunere pe o lățime de 30 mm la toate categoriile de rezervoare cilindrice de mare capacitate, spre periferie după care pe măsură avansării montajului tablele s-au prins în dispozitive.

1. MATERIAL DE BAZA	OL 37	3.0. MATERIALE ECHIVA-LENTE.	Nu e cazul.
2. MATERIAL DE ADAOS	1. Electrozi Supertit 2. Sîmă S10X; flux FSM 37	1. ESU.24.9/Rg.2.1.-STAS 7240-69 2. S-STAS 10123/75; FSM 20-STAS 9477/72	
PROCEDEUL DE SUDARE	1. Manual electric prin topire cu deși inv. îmbinările verticale. 2. Automat sub strat de flux îmbinările orizontale.		
POZITIA DE SUDARE	A și B Verticală cap la cap cu platbandă la rădăcină. C și D Orizontal cap la cap cu platbandă la rădăcină.		

**1. SUDURA MANUALA**



**2. SUDURA AUTOMATA SUB FLUX.**

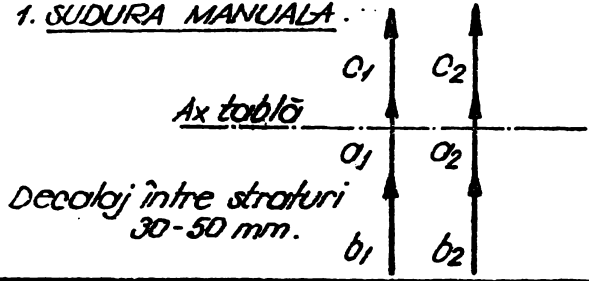


© și © IMBINARI RADIALE - ORIZONTALE CU PANTA 5‰

© și © ÎMBINARI VERTICALE.

**10. SCHEMA PASILOR DE SUDARE :**

**1. SUDURA MANUALA.**



**2. SUDURA AUTOMATA SUB STRAT DE FLUX.**

**10. PARAMETRII DE SUDARE :**

Procedeeul de sudare	Numărul de treceri	Electrozi	Sîmă, flux	Intensitate curent [A]	Tensiune de sudare [V]	Lungimea țesutului [mm]	CO <sub>2</sub> l/min.
		d [mm]	calitate				
Manual electric	1 și 2	3,25	Supertit	130-140	-	200	-
Automat sub strat de flux.	1 și 2	3,00	S10X FSM 37	370-400	28-30	~ 2.000	-
Semiautomat în CO <sub>2</sub>	1,2,3	0,80	S11 M2S	50-150	27-33	~ 2.000	12-15
	1,2,3	1,20	CO <sub>2</sub>	120-280	27-33	~ 2.000	14-18

**8.0. INDICATII TEHNOLOGICE :**

— Înainte de sudare, se vor curăța tablele în regiunea sudării de vopsea, grăsimi, etc, cu polizorul, pînă la luciu metalic. Electrozii și fluxul de sudare, se vor usca în cuptorul electric.

**9.0. PREINCALZIREA : nu e cazul**

**10.0. CONTROL :**

— Îmbinările sudate se vor controla cu perna de vacuim.

**Fig. 3.24. Tehnologia de sudare a tablelor elementelor porttoarelor ale membranei capcunii flotant al rezervorului.**



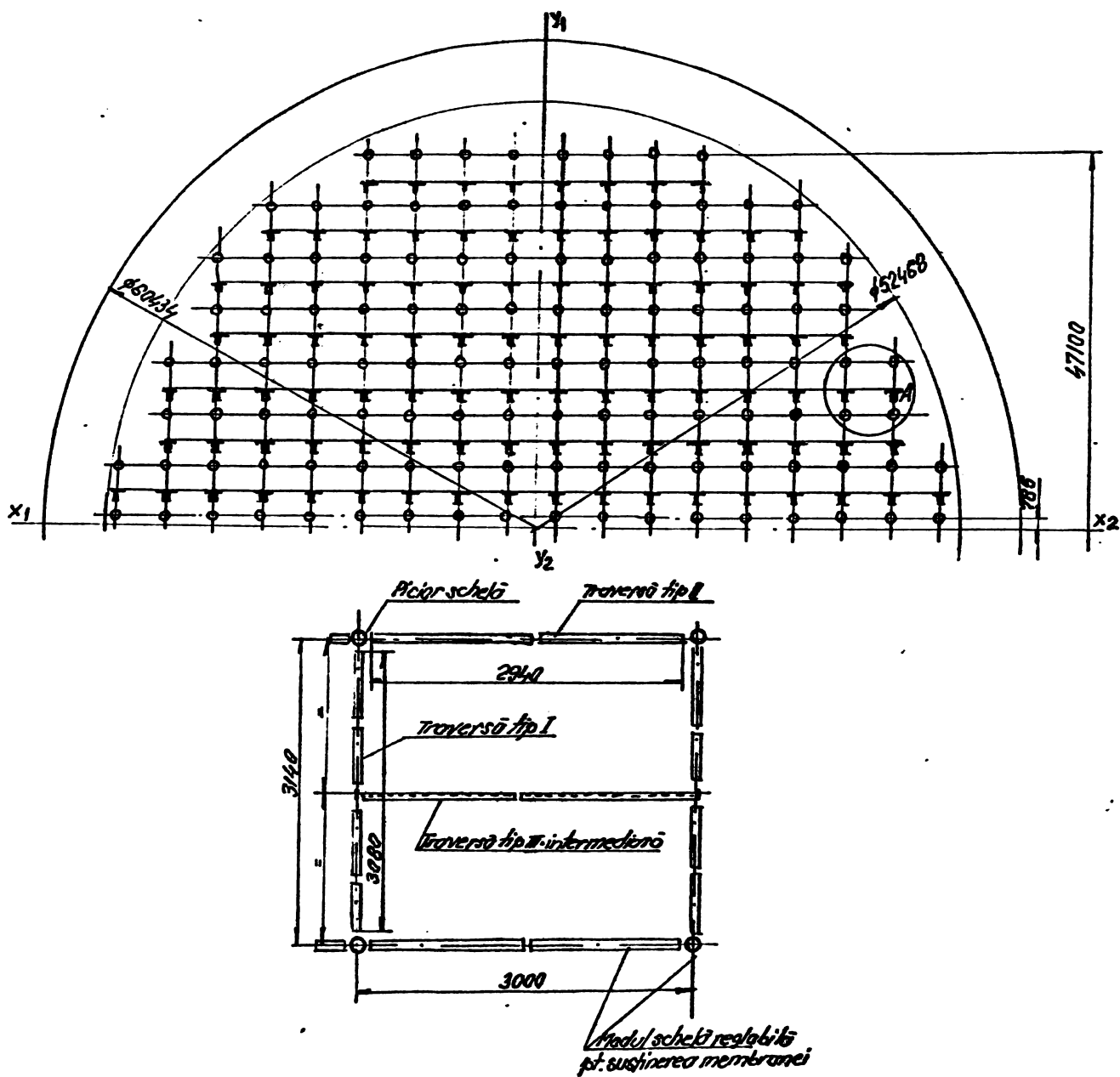


Fig. 3.25. - Montarea schelei de susținere a membranei și vederea laterală a unui modul.

$\phi$  52.468 mm = diametrul membranei

$\phi$  60.434 mm = diametrul capacului flotant

### 3.11.2.2. Sudarea automată sub strat de flux a membranei - CADAC.

Dună cum s-a arătat în subcapitolul 3.6. parametrii vedii de sudare cu procedeul automat sub strat s-au determinat pe bază de studii și cercetări teoretice și experimentale. Cu ajutorul acestora s-a determinat și tehnologia de sudare considerată optimă pentru aceste structuri dificile ca sistem și suprafață de întindere.

Înlocuirea tehnologiei din documentația tehnică de montaj a rezervoarelor care prevedea sudarea acestor structuri cu procedeul manual prin topire electrică, cu rezultate în cazuri similare nesatisfăcătoare dar acceptate de forurile respective, prezintă o problemă de curaj și mare răspundere pentru factorul de decizie. Aceasta deoarece urmează să se sudeze pentru prima dată cu acest procedeu la care intervin intensități mari de curent, structuri formate din elemente subțiri - table de 5 mm grosime - și răspândite pe o suprafață continuă de peste 2.000 m<sup>2</sup>.

Tehnologia de sudare s-a desfășurat în trei etape și anume:

a) Sudarea tablelor centrale s-a început cu sudarea îmbinărilor laturilor scurte a îmbinărilor superioare cu procedeul automat sub strat de flux. Ordinea de sudare, lungimea paselor și sensul de sudare s-au respectat așa cum sînt arătate în fig. 3.26 și s-au aplicat parametri tehnologici și indicațiile de sudare din fig. 3.27.

După sudarea îmbinărilor laturilor scurte s-au sudat de asemenea automat sub strat de flux îmbinările laturilor lungi a părții superioare a membranei în ordinea numerotării a sensului și cu lungimea pașilor de pelerină și režimul de sudare conform celor indicate în fig. 3.27 și 3.28.

Sudarea îmbinărilor inferioare prin suprapunere s-a efectuat cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți, în pași interzitanți și în poziția peste cap și s-a efectuat după sudarea îmbinărilor laturilor scurte și lungi conform indicațiilor tehnologice din fig. 3.27.

**NOTĂ:**

- Lungimea pasilor la îmbinări sudate automat sub strat de flux.
- a - lățimea tablelor.

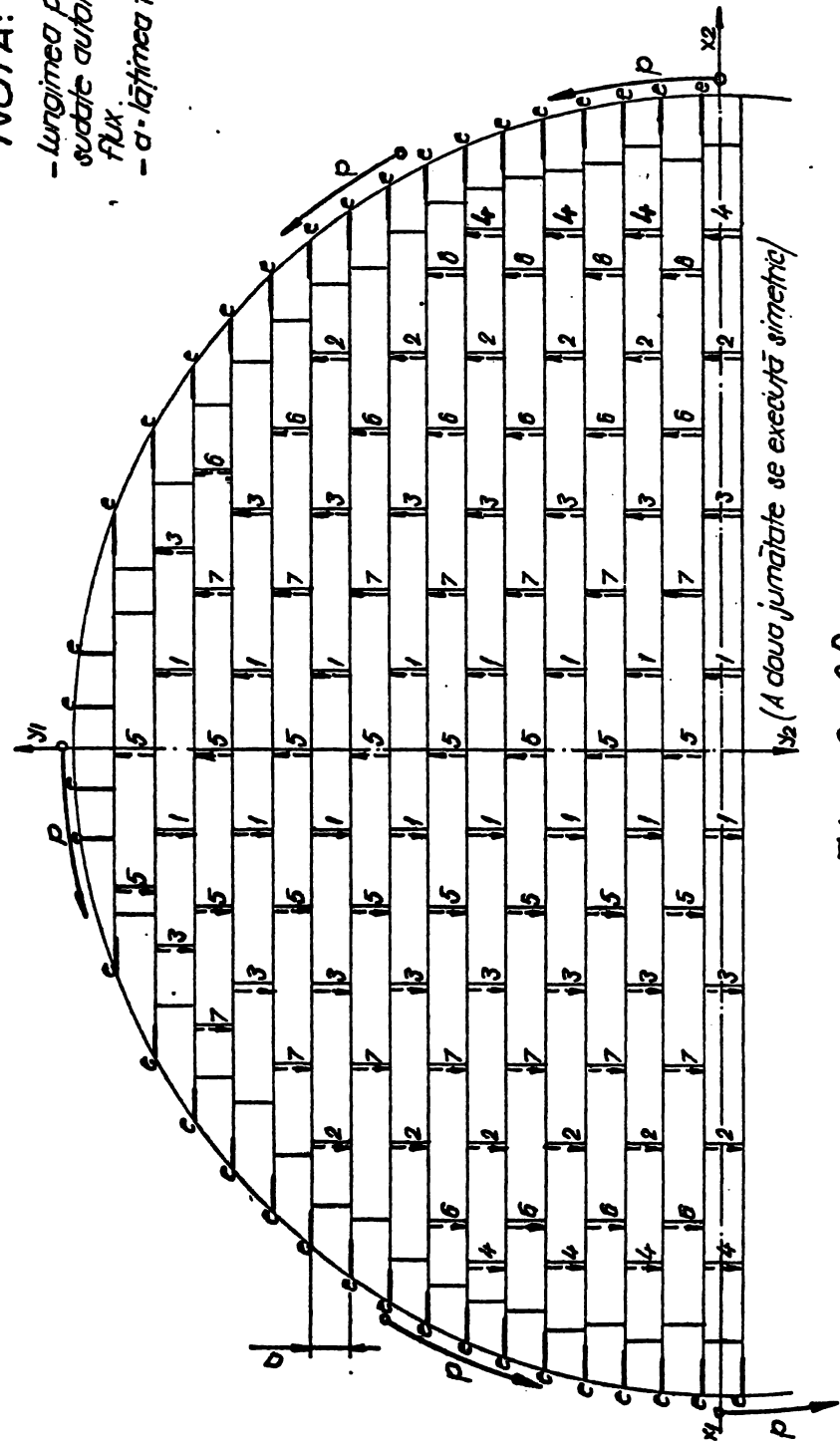


Fig. 3-26

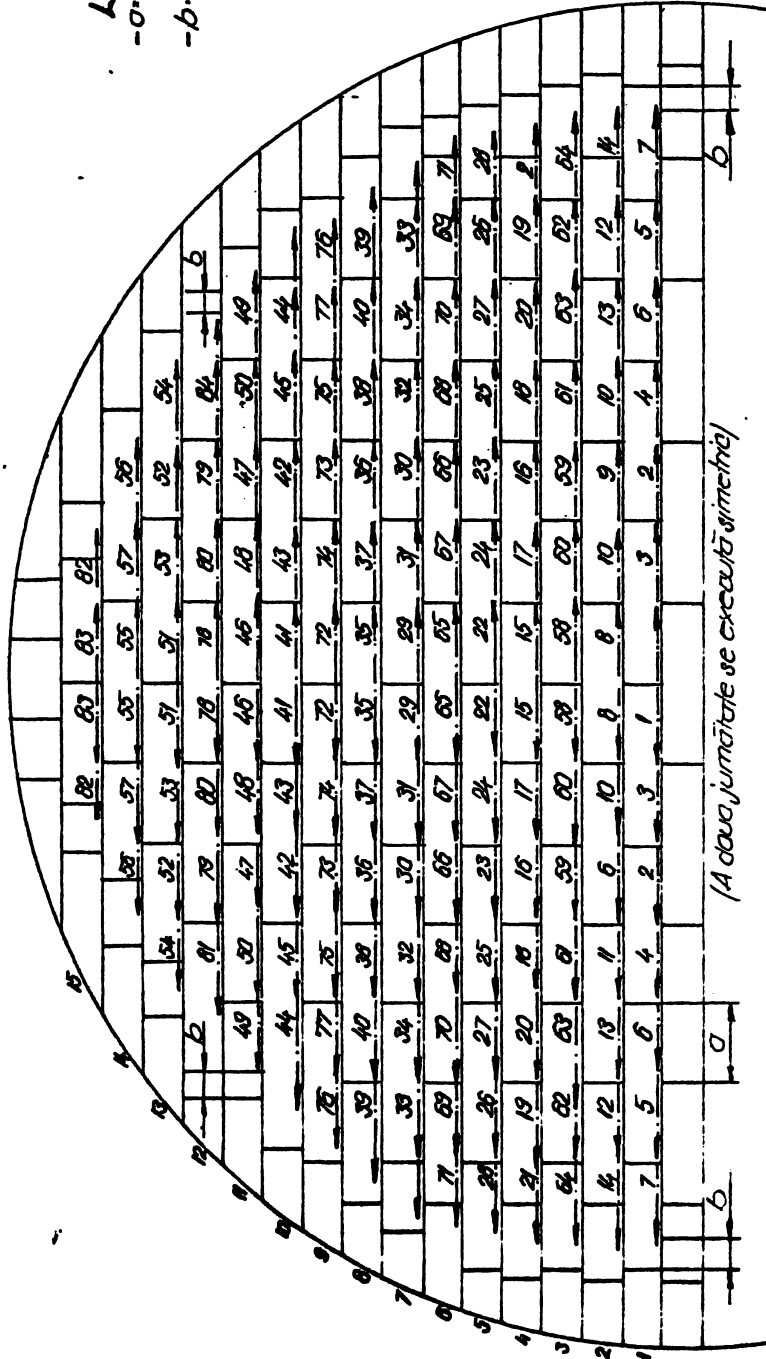
ORDINEA DE SUDARE ELECTRIC MANUAL A ÎMSINĂRIILOR TABLELOR MARGINALE ALE MEMBRANEI CAPACULUI DE PANTONI A PARTILOR EPOLATE ALE ACESTORA ȘI AUTOMAT SUB STRAT DE FLUX A PARTILOR SCURTE ALE TABLELOR CENTRALE ALE MEMBRANEI CAPACULUI FLUITTOR A REZERVOARELOR DE 20.000 mc. 50.000 mc.

1.0. MATERIAL DE BAZA	OL 37-2	3.0. MATERIALE ECHIVALENTE.	NU e cazul			
2.0. MATERIAL DE ADAOS	a) Sîrmă : S10X b) FLUX : FSM 37 c) Electrozi : Superbaz	a) S - STAS 10123/75 b) FB 10 - STAS 9477/73 c) E52-22.13./Bg 22-STAS 1240/69				
4.0. PROCEEUL DE SUDARE	Automat sub strat de flux partea superioară Manual electric prin topire partea inferioară.					
5.0. POZITIA DE SUDARE	Orizontal table suprapuse pentru procedeul automat Peste cap table suprapuse pentru procedeul manual electric					
6.0. SCHEMA PASILOR SI ORDINEA DE SUDARE : conf. anexele 23-25 Cap. C.						
7.0. PARAMETRII DE SUDARE :						
Numărul de treceri	Electrozi $\phi$ [mm]	Sîrmă și electrozi calitate	flux	Intensitate curent [A]	Tensiunea de sudare [V]	Lungimea pasului.
a). SUDURA MANUALA						
1 și 2	3,25	Superbaz	-	110-140	-	NU e cazul
b). SUDURA AUTOMATA SUB STRAT DE FLUX.						
1	2,00	S10X SOL S10M1	FSM 37 FB 10	370-400	28-30	Conf. anexe 23-24-25 Cap. C.
TRACTOR : angrenaje 22/31 v. sudare 32 m/h 19/34 35 m/h						
SIRMA : angrenaje 19/34 v. sudare 84 m/h 17/36 74 m/h.						
8.0. INDICATII TEHNOLOGICE :						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imbinările tablelor marginale de cele centrale se execută după ce tablele marginale au fost sudate de pantoni; sudarea se face în ordinea numerică și cu lungimea pasilor indicate în anexa.</li> <li>- Remedierile se fac în general cu mașina. La colturile tablelor unde epolarea nu este corectă, remedierile se fac manual.</li> </ul>						
9.0. PREINCALZIREA : Nu e cazul.				Dacă tablele sînt umede se vor usca cu flacără oxigen		
10.0. CONTROL :						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imbinările sudate se controlează cu berna de vacuu.</li> <li>- Se controlează ca sîrma să nu fie ruginită iar electrozii învelți și sîrma să fie uscați la cutitor.</li> </ul>						

**Fig. 3.27. Tehnologie de sudare a tablelor centrale și marginile a capscului flotant al rezervorului.**

**LEGENDA:**

- a- Lungimea pasului -  $\frac{1}{2}$  lungimea tablelor.
- b- 400-500mm - se va stabili cu sudarea tablelor marginale de est centrale.



**Fig. 3-28**

ORDINEA DE SUDARE ȘI LUNGIMEA PASILOR LA SUDAREA AUTOMATĂ SUS STRAT DE FLUX A PARTILOR LUNGI ALE TABLELOR CENTRALE A MEMBRANEI REZERVORARELOR - LUNGIMEA PASULUI  $\sigma = \frac{1}{2}$  DIN LUNGIMEA TABLELOR.

b) Sudarea automată sub strat de flux și manual electrică a tablelor marginale ale membranei capacului flotant s-a efectuat cu procedeu manual electric al picăturilor eșuate notate cu "e" în fig. 3.26 și apoi periferia tablelor marginale ale membranei de pontonare prin sudurile marcate cu "p" în aceeași figură în condițiile și conform cu indicațiile tehnologice din fig. 3.27.

c) Ca fezi ulti s-a sudat apoi pe partea superioară automat sub strat de flux îmbinările laturilor scurte ale tablelor marginale de cele centrale și apoi laturile lungi în ordinea numerică de sudare și în sensul celor indicate în fig. 3.29 și conform indicațiilor tehnologice din fig. 3.27.

După sudarea completă a tablelor membranei s-au montat și sudat picioarele de susținere a capacului flotant la cotele și conform indicațiilor din proiectul de execuție, după care s-au demontat și evacuat modulele eșuate, care au susținut membrana pe parcursul montajului și sudării tablelor acestuia.

### 3.12. Verificări, controale, toleranțe și interpretări ale măsurilor obținute.

#### 3.12.1. Unele considerații referitoare la operațiunile de control și verificare.

Montarea rezervoarelor de o așa mare capacitate, cu capac în greutate de peste 200 t subus unei mișcări de tot parcursul explodării de urcare și coborâre dietată de creșterea și descreșterea nivelului mediului depozitat este o problemă complexă. Natura acestor lucrări și faptul că s-au realizat pentru prima dată în țară la care s-au utilizat mașini de sudare automată în premieră a cerut o grijă și o atenție deosebită asupra desfășurării lucrărilor de montaj la care s-au aplicat tehnologii noi, de rezultatele cărora s-a depins construirea în continuare a acestor categorii de rezervoare cu mijloace moderne de mecanizare și automatizare a unor faze de operații.

Se menționează că paralel cu aceste lucrări se executau pe litoral de o întreprindere de montaje din Floiești, câteva rezervoare de această capacitate pentru întreprinderea Chimex Constanța, dotată cu mașini de sudat automat similare. După încercări nereușite întreprinderea respectivă a renunțat la sudarea automată și a revenit la sudarea manuală, deși raportul între sudarea automată și cea manuală este de 1 la 10.

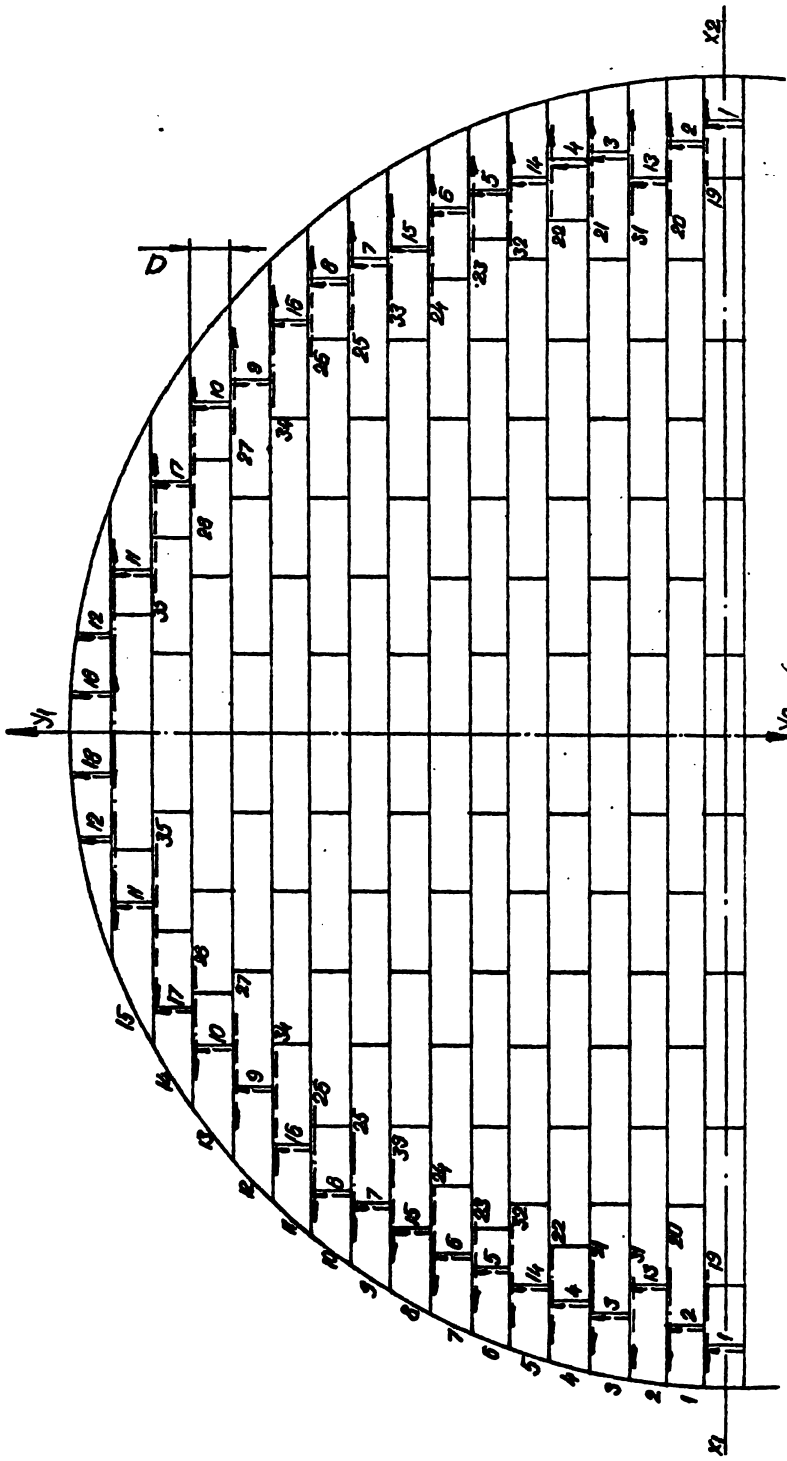


Fig. 3.29

ORDINEA DE SUDARE AUTOMATĂ SUB STRAT DE FLUX A LATURIOR  
SCURTE ȘI LUNGI ALE TABELEOR MARGINALE DE CELE CENTRALE ALE MEMBRANEI  
DEZERVINDRELE LUNGIMEA PASILOR LA ÎMBINĂRILE LATURIOR SCURTE "a" CU LĂ-  
ȚIMEA LATURIOR SCURTE ALE TABELEOR LA ÎMBINĂRILE LATURIOR LUNGI PASUL  
ESTE EGAL CU PĂRȚILE NESUDATE DINTRE TABELELE CENTRALE ȘI CELE MARGINALE.

Unul din mijloacele eficiente care a călăuzit cu o foarte mare certitudine realizarea unui montaj final corect și sigur, tradus prin înscrierea în cerințele de calitate a structurilor sudate și a înscrierii dimensiunilor finale ale rezervorului în cadrul domeniului determinat de limitele toleranțelor prescrise în caietul de sarcini al obiectivului, a fost cel al controlului.

Controlul montajului și al sudării rezervoarelor a cuprins:

a) controlul îmbinărilor sudate:

- destructiv și
- nedestructiv

b) controlul montajului și al asamblării părților componente prin măsurători multiple între fazele de operații și după montaj, pentru ca rezervorul să fie pe parcursul montajului cit și în final, să se încadreze în limitele abaterilor prevăzute în caietul de sarcini a căror valori sunt înscrise în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14.

Valorile limitelor admise ale toleranțelor la montaj și sudare a rezervoarelor de mare capacitate /132/.

Nr. crt.	Valorile limitelor admise ale abaterilor la montaj și sudare a rezervoarelor de mare capacitate.	Rezervor		
		20.000 m <sup>3</sup>	31.500 m <sup>3</sup>	50.000 m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
1.	La diametrul netalei rezervorului	± 20	± 20	± 20
2.	La înălțimea rezervorului	± 40	± 40	± 40
3.	La verticala rezervorului	± 50	± 50	± 50
4.	Diferența între diametrul maxim și diametrul min în aceeași secțiune	±110	±110	±120
5.	Săgeata (lunina) la generatoare față de un liniar de 2,0 m	10	10	10
6.	Idea la curbura față de un șablon la rază lun. de 3,0 m	10	10	10
7.	Deformații locale la fund la un liniar de 3,0 m	40	40	40
8.	La diametrul pontonelor	± 20	± 20	± 20
9.	La distanța între neta și capac (la vîrta I)	± 20	± 20	± 20
0.	La planicitate la diametrul pontonilor	±25	± 25	± 25
1.	Săgeata la pereții curbi și pontonului la un șablon de 1,50 m	-	-	5
2.	Idea la un șablon de 3 m	10	10	-



1	2	3	4	5
13. Săgeată (lumina) la tablele de acoperire a pontonului la un linier de 3,0 m		-	-	10.
14. Săgeată (lumina) la membrana capacului după sudare pe stelaș la un linier de 2,0 m		-	-	40
15. Idem la un linier de 3,00 m		40	40	-

**3.12.2. Numărul punctelor controlate și a măsurătorilor efectuate pe parcursul montajului și sudării la rezervorul de 50.000 m<sup>3</sup>.**

Pe parcursul montării și sudării rezervorului de 50.000 m<sup>3</sup> s-au efectuat următoarele verificări și măsurători:

**a) La nante**

- control cu radiații penetrante ale sudurilor	929 filme
- încercări mecanice îmbinări table nante	107 determinări pe epruvete
- măsurători la firul cu plumb (abatere la verticală)	5540 măsurători
- măsurători la curbura cu linia de 3,00 m	1260 "
- măsurători la generatoare cu un linier de 2,00 m	1400 "
- abateri la înălțime	40 "
- abateri la verticală după sudarea virolei 8	320 "
- diferențe între diametrul maxim și cel minim în aceeași secțiune	160 "

**b) La alte subansamble:**

- deformații locale la fund	610 "
- deformații locale la membrană	610 "
- diferite abateri la pontoane	<u>408</u> "
<b>Total verificări și măsurători per rezervor</b>	<b>11384</b> "

Dintre acestea, după cum se vede mai sus 9.656 măsurători, filme control gaze și determinări pe epruvete, se referă exclusiv la montarea rezervorului.

**3.12.3. Controlul distructiv și nedistructiv al îmbinărilor sudate.**

Probele distructive, mecanice, s-au efectuat conform cu STAS 5540 - 65 și STAS 6833 - 63. Rezultatele valorilor mărimilor obținute, cu care s-au verificat totodată și parametri utilizați în

tehnologia definitivă de sudare, sînt arătați în tabelele 3.3.; 3.14.; și 3.15; și valorile marjilor obținute în tabelele 3.4; 3.6.

Controlurile nedestructive ale îmbinărilor sudate s-au executat cu următoarele procedee:

- cu radiații penetrante. Cu acest mijloc de control s-au controlat îmbinările verticale și circulare inclusiv cele intersectate în condițiile și conform cu standardul american A.S.I. 650 anexele 37 și 35, după care este prevăzut de către proiectant să se face controlul cu radiații penetrante a îmbinărilor sudate ale marjilor rezervoare cilindrice. Conform cu acest standard, la îmbinările circulare se efectuează la fiecare îmbinare cîte o radiografie la primii 3 m după care cîte una din 60 în 60 m. Îmbinările verticale se radiografiază 100 % la virolele 1.2 și la rezervoarele de 50.000 și 31.500 m<sup>3</sup> inclusiv cele intersectate și cele executate electric manual de părțile de jos de la virola 1 care nu au putut fi sudate automat. La virolele superioare se va executa cîte o radiografie la fiecare îmbinare verticală.

Condițiile de calitate ale acestor îmbinări sînt conform cu prescripțiile BSIR 20 - 68 au fost class I la virola I la rez. de 20.000 m<sup>3</sup> și la virolele 1.2 și 3 la rezervoarele de 31.500 și 50.000 m<sup>3</sup>, de cl. II la restul virolelor în afară de îmbinările tablelor de 8 mm grosime, care s-au admis să fi de cl. III.

- cu lichide penetrante, s-au controlat îmbinările de colț ale tablelor virolei prime de fundul rezervorului și ale marjinilor tablelor exterioare de pontoane;

- cu perna de vacuum s-au controlat îmbinările suprapuse ale tablelor fundului și membranei capsului flotant;

- cu presiunea de aer și spumă de săpun a îmbinărilor sudate ale camerelor pontoanelor;

- cu petrol și var s-a verificat etanșeitaea cordoanelor sudate ale îmbinărilor verticale și circulare ale tablelor virolei rmentalei.

#### 3.12.4. Controlul montajului prin măsurări multiple între faze și operații.

În conformitate cu prevederile din /132/ pe tot parcursul montajului rezervorului și după terminarea acestora s-au executat măsurători în vederea asigurării realizării dimensiunilor rezervoarelor la limitele abaterilor toleranțelor din tabelul 3.15. după cum se vede în anexele 1.8.

### 3.12.4.1. Măsurători pentru determinarea abaterilor la diametrul mantalei. Abateres admise $\pm 20$ mm

Aceste măsurători s-au realizat prin măsurarea cu ruleta metalică de 50 mm a circumferinței la exteriorul primei virole la bază, centrul și marginea superioară a acesteia.

Abateres s-a calculat cu formula:

$$\Delta = \frac{\text{circumferința}}{x} - (D_n + s + 2C), \text{ în care:}$$

$D_n$  = diametrul nominal al rezervorului;

$s$  = grosimea tablei virolei;

$C$  = adaos de construcție la raza nominală a rezervorului (5 mm la rez. de 20.000 și 31.500 m<sup>3</sup> și 3 mm la raze voarele de 50.000 mc).

Valorile care s-au obținut la măsurarea diametrelor cu care s-au calculat abaterile la prima virolă a rezervorului de 50.000 m<sup>3</sup>;

1. Citiri la virola 1 :

a) la cota 0 : 191.460 mm,

b) la cota 1200 : 191.487 mm;

c) la cota 2400 : 191.460 mm.

2. Înlocuim datele de la a, b și c în formula de mai sus, la diametrul pe axa medie a mantalei  $D_n = 2 \times 30.480 = 60.960$  mm conform calculului efectuat, Anexa 9 s-a obținut valorile de mai jos ale abaterilor la diametrul mantalei la virola 1 :

$\Delta$  la cota zero = - 11,48 mm

$\Delta$  la cota 1200 = - 3,88 mm

$\Delta$  la cota 2400 = - 1,29 mm

Aceste valori se încadrează în limitele de  $\pm 20$  mm admise consemnate în tabelul 3.15.

### 3.12.4.2. Măsurători pentru determinarea abaterii la înălțimea rezervorului.

Înălțimea teoretică 18.280 mm Abatere  $\pm 40$  mm (Anexa 10).

Valorile utile la măsurătorile efectuate în 40 de puncte echidistante de pe periferia rezervorului de la cota 0 (zero) la muchia superioară a virolei opt sînt cele consemnate în Anexa 10 și sînt cuprinse între zero și + 10 mm. Ca stare acestea se încadrează în totalitate în domeniul limitelor abaterilor de  $\pm 40$  mm.

**3.12.4.3. Măsurători pentru determinarea abaterilor la verticală a mantalei. Abateră ± 40 mm.**

Măsurătorile s-au făcut la firul cu plumb pe faze de operații pentru care s-a utilizat următoarea metodă:

S-a considerat ca diametrul de referință, diametrul interior de la baza virolei 1 a rezervorului. S-a stabilit o distanță constantă la care s-a fixat în partea superioară firul cu plumb cu distanța  $E = 100$  mm. S-a măsurat distanța dintre firul cu plumb și suprafața interioară a tablelor începând cu cea de la tablele ultimei virole montată, de sus în jos, până la baza primei virole, măsurătoare care s-a făcut în dreptul îmbinărilor verticale și a centrului tablelor. Scăzând algebric valoarea constantă ( $E$ ) din cea măsurată  $/l/$  cum se vede în figură, s-au obținut abaterile pentru fiecare punct măsurat.

Măsurătorile pentru determinarea abaterilor la verticală s-au executat în următoarele faze: la montajul și centrarea fiecărei table a tuturor virolelor; după sudarea îmbinărilor circulare de la circulara C1 dintre virole 1 și 2 și așa circulară după circulară până la cea dintre virole 7 și 8 care este ultima circulară marcată cu C7.

Valorile abaterilor citite la măsurătorile efectuate pe etapele de operațiuni de la prima până la ultima virolă s-au consemnat în registrul de bord al șantierului. În anexele I la 8 se arată valorile citite la măsurătorile care s-au efectuat <sup>dela</sup> virola 1 la virola 8 (ultima) pentru a arăta rigourozitatea urmăririi montajului prin măsurarea fiecărei faze de operație pentru încadrarea în limitele abaterilor admise. După terminarea montajului rezervorului inclusiv monterea și sudarea cornierei de vîrf și a inelului de rigidizare la vîrf, s-au făcut măsurătorile generale definitive a căror valori s-au consemnat în tabelul de la litera B în registrul de bord, după cum se arată în Anexa 11.

Măsurătorile s-au făcut cu firul de plumb din 40 puncte pe muchia superioară a virolei 8 în dreptul fiecărui coron circular de la C1 la C7.

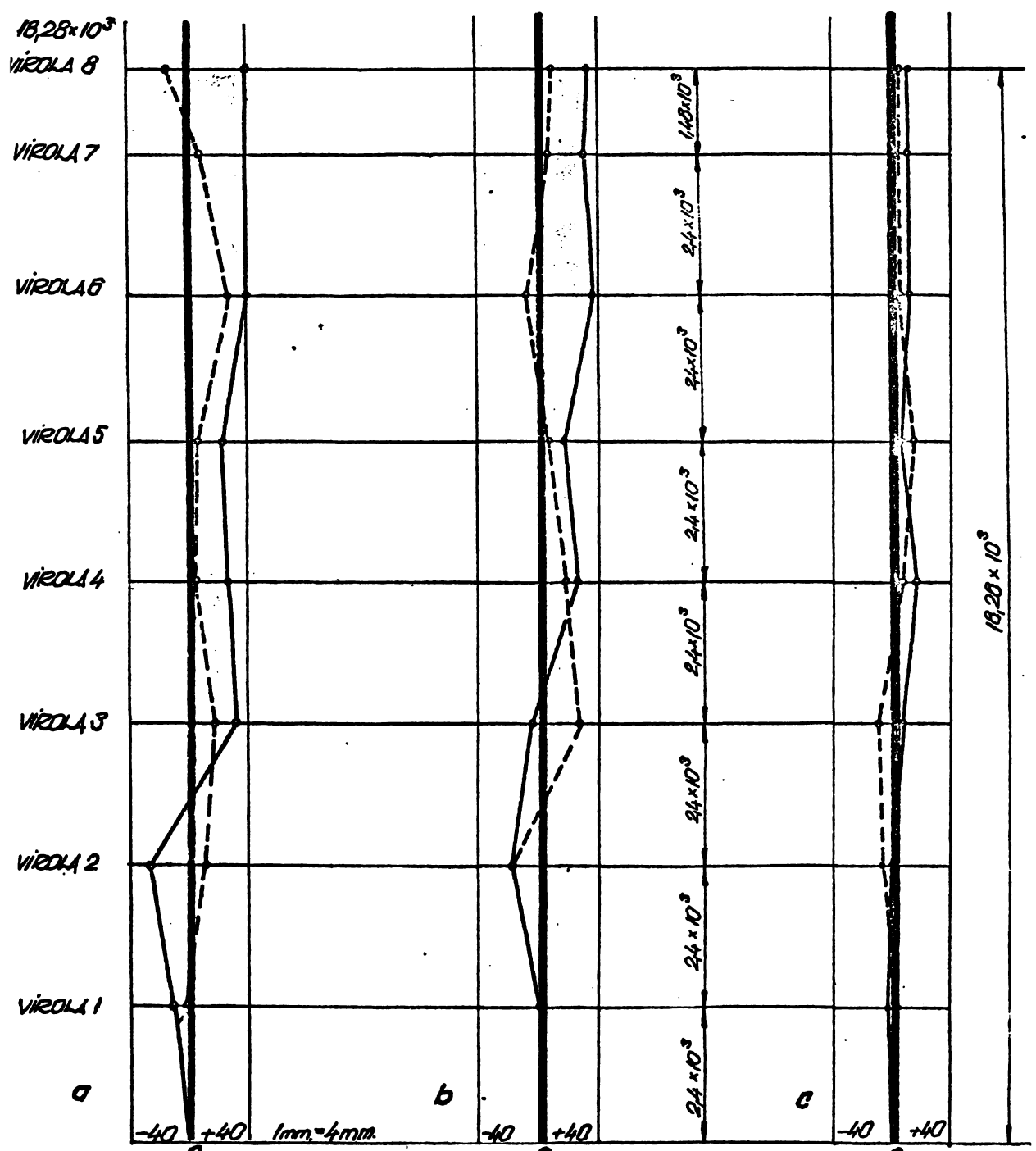
Valorile abaterilor obținute la măsurători s-au încadrat în domeniul limitelor abaterii admise de ± 40 mm la un diametru de 60.960 m în afară de 15 puncte din cele 320 citiri, ceea ce reprezintă mai puțin de 5 %.

În diagramele din figurile 3.29; 3.30; 3.31 și 3.32 întocmite cu valorile abaterilor din anexa 11 se arată, după măsurătorile efectuate din 20 puncte din cele 40 de pe circumferința rezervorului arătate în fig. 3.33, alura curbelor determinate de valorile abaterilor citite pe verticala mentalei citite din câte două puncte diametral opuse pe circumferința.

În figură linia grosă din diagramă reprezintă verticala ideală a mentalei în punctul considerat, linia plină subțire, verticala reală obținută cu valorile abaterilor citite din același punct, iar linia subțire întreruptă, verticala reală obținută cu valorile abaterilor din punctul opus primului. Citirile abaterilor s-au făcut pe latura superioară a plășii tablelor virolelor. Astfel diagramele din fig. 3.29 la 3.32 reprezintă verticalele reale ale mentalei date de valorile abaterilor citite din punctele considerate. Cea de la litera "a" s-a obținut cu valorile abaterilor citite din punctul 1 de pe circumferința rezervorului (a se vedea fig. 3.33) și cel diametral opus pe aceeași, marcat cu numărul 21, ambele pe axa  $Y_1 - Y_2$  a diametrului rezervorului; diagrama de la litera "b" din figură s-a obținut cu valorile abaterilor citite din punctul 11 de pe circumferința și cel diametral opus de pe aceeași, marcat cu numărul 21, ambele pe axa  $X_1 - X_2$  a rezervorului. Celelalte diagrame cu valori citite din puncte intermediare de pe circumferința s-au obținut în mod similar.

# ABATERI PE VERTICALĂ DUPĂ SUDAREA VIROLEI 8

ABATEREA ADMISĂ  $\pm 40$ mm.



Puncte măsurate pe diametrul de referință 1-21 axa  $Y_1 - Y_2$

Puncte măsurate pe diametrul de referință 11-31 axa  $X_1 - X_2$

Puncte măsurate pe diametrul de referință 3-23

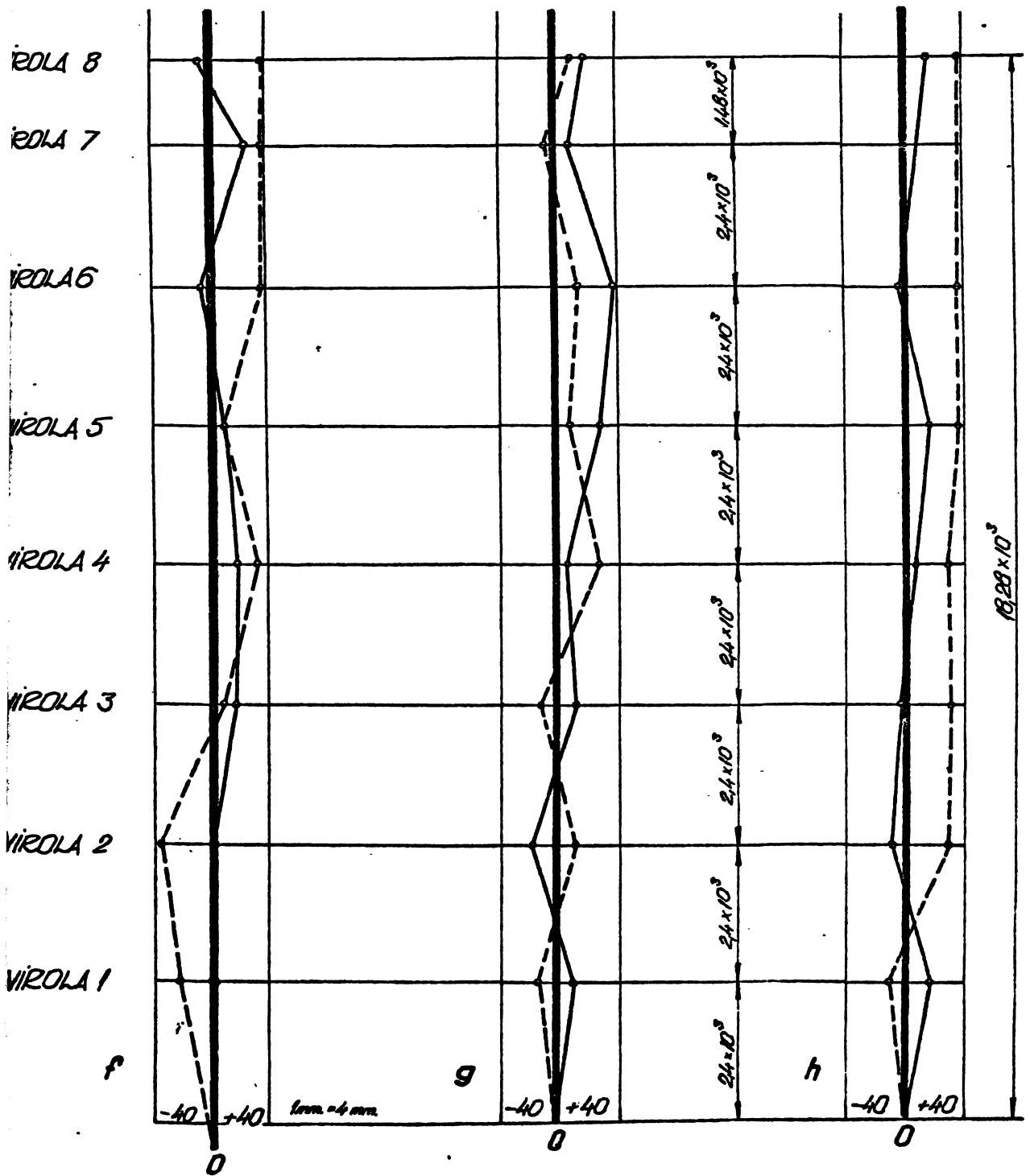
Fig. 3.29A

**LEGENDĂ:**

- - Verticala teoretică a peretelui rezervorului.
- - Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele 1, 3, 11 fig. 3.33.
- - - - - Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele diametral opuse.

# ABATERI PE VERTICALĂ DUPĂ SUDAREA VIROLEI 8

ABATERE ADMISĂ ±40mm.



Puncte măsurate pe diametrul de referință 9-29

Puncte măsurate pe diametrul de referință 13-23

Puncte măsurate pe diametrul de referință 15-35

### LEGENDĂ:

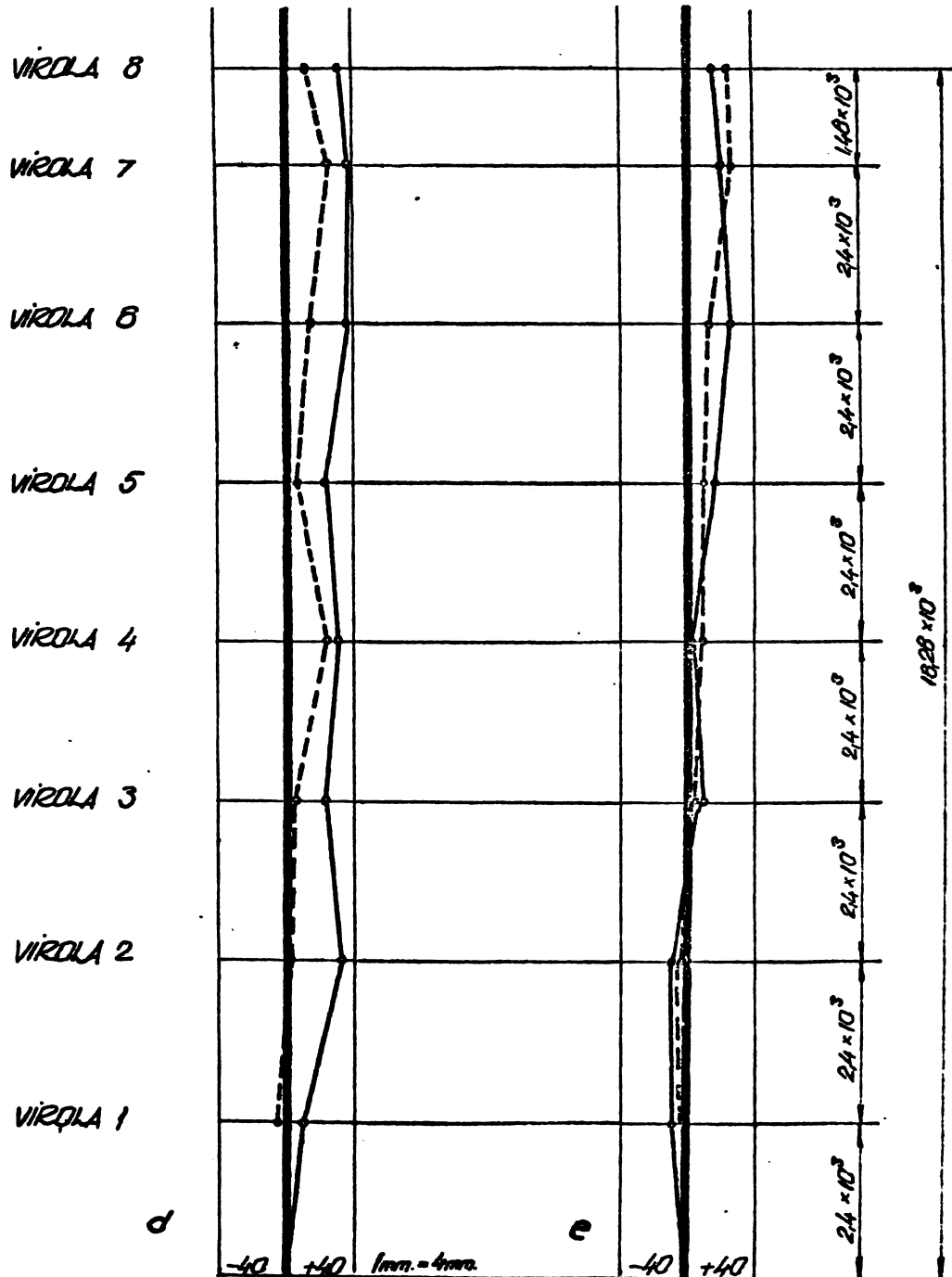
- Verticala teoretică a peretelui rezervorului.
- Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele 9, 13, 15
- Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele 9, 13, 15 pe diametrul opus.

Fig. 3.30

fig. 3.33

# ABATERI PE VERTICALĂ DUPĂ SUDAREA VIROLEI 8

ABATERE ADMISĂ  $\pm 40$ mm.



Puncte măsurate pe  
diametrul de referință  
5-25

Puncte măsurate pe  
diametrul de referință  
7-27

Fig. 3.31

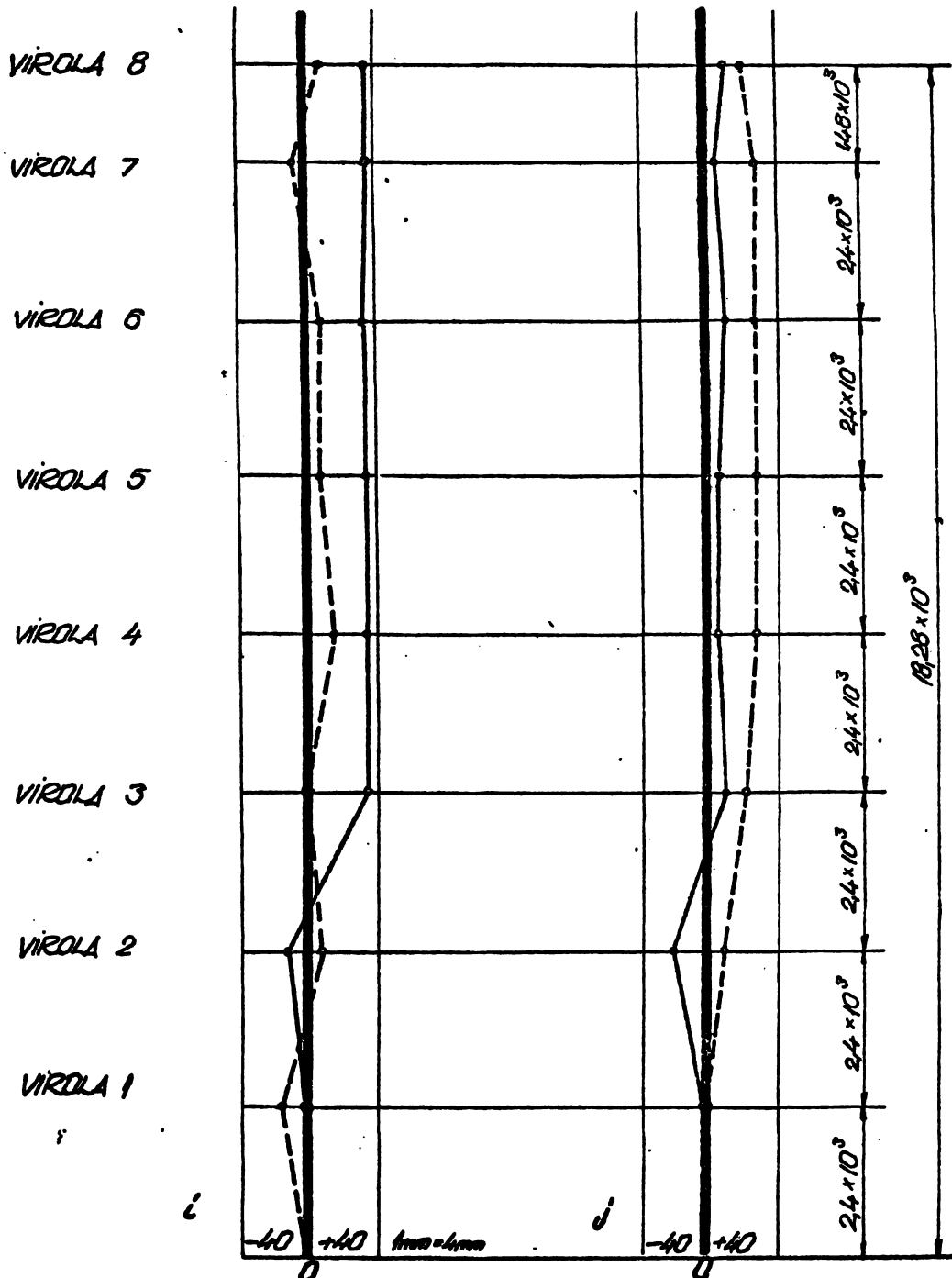
**LEGENDĂ:**

- Verticala teoretică a peretelui rezervorului
- Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele 5,7 fig. 3.33
- - - Verticala reală finală a peretelui rezervorului din punctele diametrul obose



# ABATERI PE VERTICALĂ DUPĂ SUDAREA VIROLEI 8

ABATERE ADMISĂ  $\pm 40$ mm.



Puncte măsurate pe  
diametrul de referință  
17-37

Puncte măsurate pe  
diametrul de referință  
19-39

Fig. 3.32

### LEGENDĂ:

- Verticala teoretică a peretelui rezervorului.
- Verticala reală finită a peretelui rezervorului din punctele 17, 19 și Fig. 3.33
- - - Verticala reală finită a peretelui rezervorului din punctele de diametru opuse.

**3.12.4.4. Determinarea diferenței între diametrul maxim și cel minim în aceeași secțiune. Abateri admise  $\pm 160$  mm.**

Diferența între diametrul maxim și cel minim în aceeași secțiune s-a determinat astfel: s-a calculat abaterea de fiecare din diametrele înscrise în tabela F din anexa 11 prin însumarea algebrică a abaterilor la verticale notate în tabelul 1 din anexa 11 și care apar, în punctelor diametrol opuse 1 - 21; 2 - 22, etc. Aceste abateri s-au înscris în tabele F din anexa 11.

În fig. 3.33 și 3.34 se arată diferențe dintre diametrul maxim și cel minim față de cel nominal la cotele zero și 9600 mm respectiv la cotele zero și 18.280 mm.

Se menționează că toate valorile obținute se încadrează în domeniul limitelor abaterilor admise.

**3.12.4.5. Determinarea săgeții (lunina) la generatoarele și la curbura.**

Săgeata la generatoarele s-a determinat prin așezarea liniierului în poziția verticală cu jumătatea sprijinită pe coroul sudet al circulației virolelor de controlat. Cu liniierul așezat în această poziție de "mătură suprafața tablelor" în stânga și în dreapta pe orizontală.

Săgeata (lunina) la curbura față de un gablon la raza lung. de 3,00 m s-a măsurat prin așezarea gablonului cu jumătatea pe cordonul îmbinării verticale. Gablonul se menține în poziția orizontală pe parcursul măsurării și va "mătura" pe toată lungimea îmbinărilor verticale.

Înainte de sudare s-a admis o abatere la curbura (lunina) de 2 - 3 mm față de un gablon la raza lung. de 3,00 m.

Valorile abaterilor obținute la aceste măsurători au fost consemnate pe desfundarea mantalei rezervorului la punctul D și reproduse în anexa 12.

Valorile măsurătorilor obținute se încadrează în limitele abaterilor admise.

**3.12.4.5. Abateri referitoare la fundul și capacul rezervorului.**

Valorile abaterilor referitoare la fundul și capacul rezervorului obținute în urma măsurătorilor sînt consemnate după cum urmează:

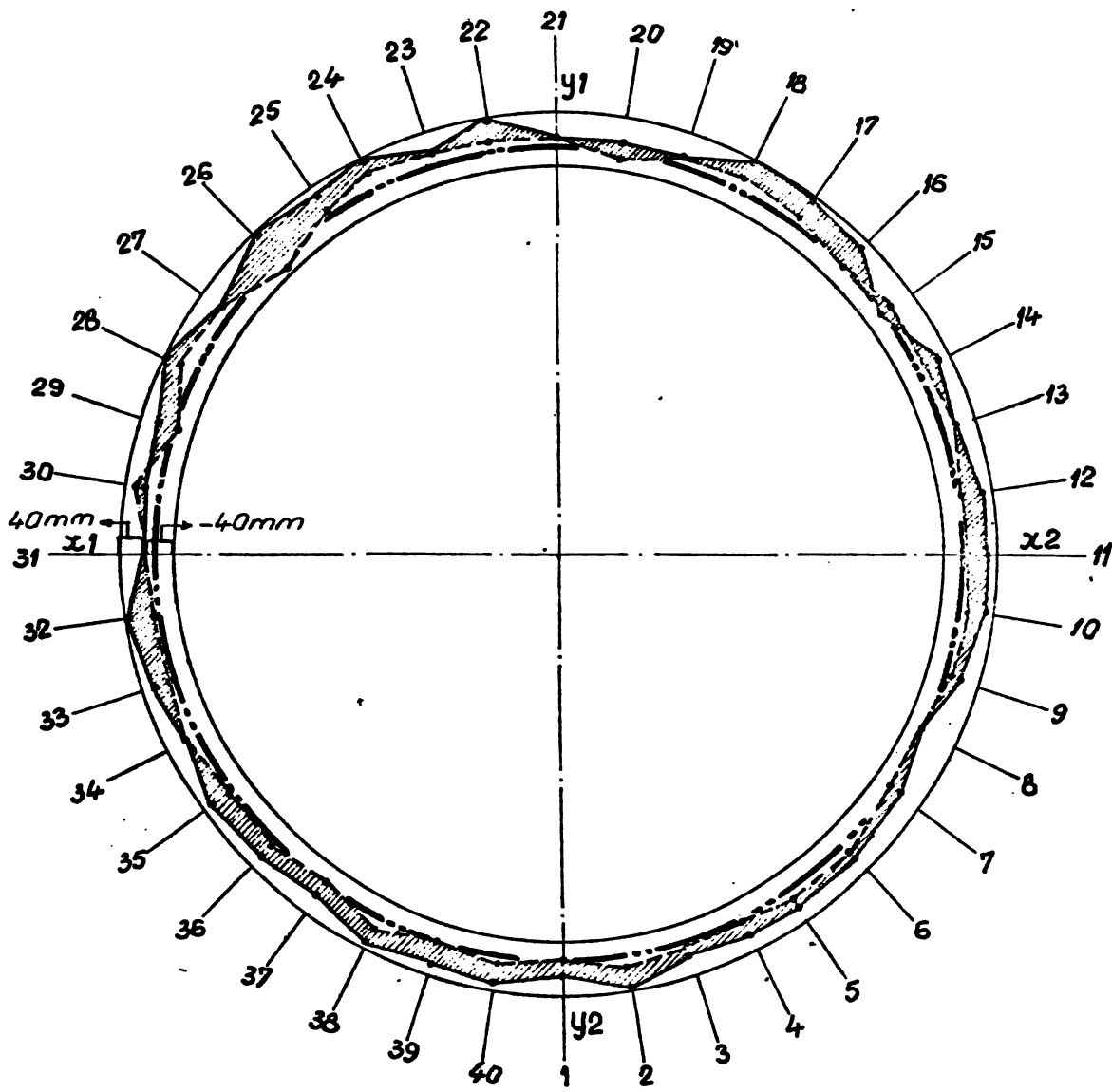


Fig.3.33.

LEGENDA

- diametrul la cota zero
- diametrul la cota 9.600 mm
- ..... diametrul nominal

NOTA

Diferența la verticală între diametrul de la cota zero și cel de la cota 9.600 mm măsurată, în câte 40 puncte pe circumferință în aceeași secțiune

Abateră la verticală admisă:  $\pm 160$  mm  
 1.....40 puncte măsurate față de diametrul nominal.

Scara la diametru: 1:5000 mm

Scara la abateră: 1:10 mm.

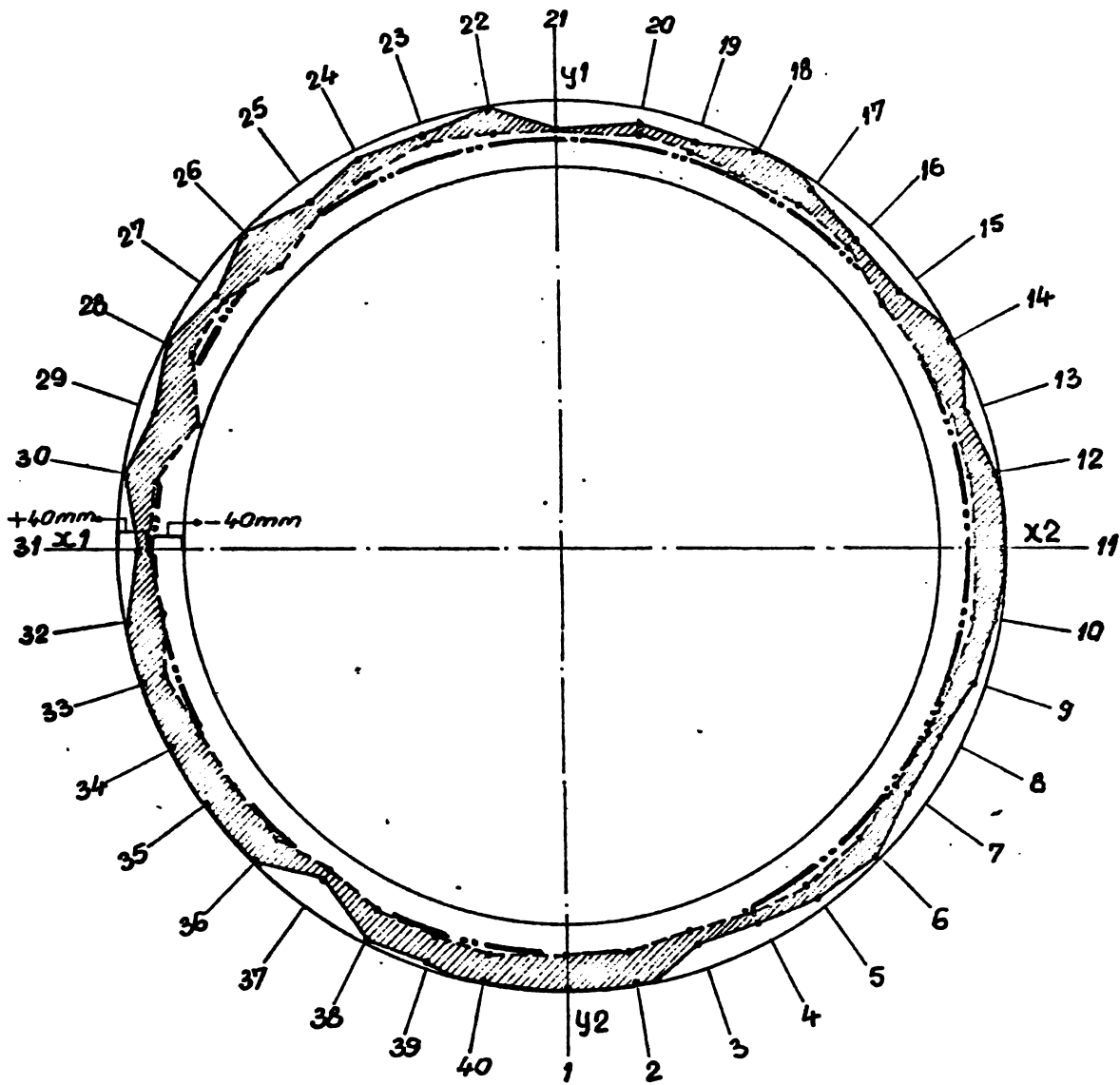


Fig.3-34.

**LEGENDA**

- diametrul la cota zero
- diametrul la cota 18.280 mm
- ... diametrul nominal

**NOTA**

Diferența la verticală între diametrul dela cota zero și cel dela cota 18.280 mm, măsurată în câte 40 puncte pe circumferință în aceeași secțiune.  
1....40 puncte măsurate față de diametrul nominal  
Abateră la verticală admisă  $\pm 160$  mm  
Scara la diametru 1:5000 mm  
Scara la abateră 1:10 mm

- deformări locale la fund în aneele 13, 14;
- deformări la membrana capacului aneele 15 și 16;
- abateri la distanțe dintre manșă și capac în anexa 17;
- abateri la tablele de acoperire a pontonnelor, anexa 18;
- abateri la perșii burci și pontonnelor în anexa 19;

foarte valorile obținute se încadrează în limitele abaterilor admise, (a se vedea tabelul 3.15).

#### 3.12.4.7. Proba finale diverse.

După terminarea montării, sudării și efectuării controlului și reparațiilor la intracul rezervor și manșă înainte de a fi legate conductele din circuitul tehnologic s-au efectuat următoarele probe:

- proba hidrolică. Această probă are două scopuri și s-a concretizat prin umplerea rezervorului cu apă la nivelul maxim și ținerea la acest nivel timp de 24 ore. În acest interval se verifică dacă nu se observă pe suprafața exterioară sau pe manșile exterioare ale fundului înclinării sau scurgeri de apă. Dacă de rezervorul se scurge până sub nivelul defectului care se remediază după care proba se repetă și se ține 48 ore sub supraveghere. Al doilea scop al probei este acela de a se distanța de către proiectant poziția cea mai ridicată a capacului;

- Controlul de etanșeitate a pontonnelor s-a făcut prin introducerea de aer la o presiune de 200 mm col. apă. Cordoanele sudate s-au uns cu soluție de apă și săpun. Defectele s-au depistat prin eventualele bule care lasă niște crătere în soluție, după care s-au remediat prin sudare manuală electrică cu electrozi înveliși.

- controlul de etanșeitate a membranei s-a făcut cu perna de vacuum ce și a fundului;

- încercarea la rezistență a membranei capacului s-a făcut cu inundarea membranei cu apă până la o adâncime de 250 mm la centrul rezervorului. Membrana încercată cu 725 n. C. apă conform standardului A.P.1. 650 trebuia să se țină 4 ore. În realitate dintr-o eroare membrana s-a încărcat cu 800 n. C. apă cu care s-a ținut încercată 48 ore din cauza lipsei proiectantului, timp în care capacul a rezistat în bune condițiuni.

În conformitate cu documentele întocmite de biroul de montajului și la probele finale rezervorului de 50.000 mc prototipul seriei respective a fost declarat omologat și recepționat.

### 3.13. Determinarea cauzelor producerii defectelor.

Defectele care au intervenit pe parcursul montajului rezervoarelor s-au grupat în următoarele categorii:

- defecte curente ce se ivesc în mod normal în cadrul montajului pe șantier a construcțiilor metalice și de cazangerie ca: peri, incluziuni și unele nealieri la sudare; nepotriviri la asamblarea unor prefabricate, etc. însă acestea trebuind a se încadra în limitele unor procente normale;

- defecte cauzate de prelucrări necorespunzătoare a unor subansamble în uzină;

- defecte cauzate de calitatea necorespunzătoare a gazului protector CO<sub>2</sub>.

Asupra defectelor din prima categorie nu se va insista deoarece nu au pus probleme deosebite pentru înlăturare și remedieri.

#### 3.13.1. Defecte cauzate de prelucrări necorespunzătoare în uzină.

Cele trei rezervoare, unul de 50.000 m<sup>3</sup> și două a câte 31.500 m<sup>3</sup> capacitate s-au montat concomitent și au avut tablele prelucrate de două uzini diferite. Cele ale rezervorului de 50.000 m<sup>3</sup> au fost prelucrate de uzinele "Independența" Sibiu, la nivel de calitate ridicată stit în ceea ce privește prelucrările de valț a tablelor, cit și a prelucrării marginilor pentru sudare cit și a protecției acestora contra oxidării și a ambalajului pentru transport. Tablele pentru rezervoarele de 31.500 m<sup>3</sup> au fost prelucrate pentru montaj pe șantier de întreprinderea I.U.C. Găești.

Dacă furnitura de la "Independența" Sibiu nu a pus probleme de montaj, cea de la Găești a fost în totalitate de calitate necorespunzătoare. Defectele de prelucrare au fost generale, prezenta la întreaga furnitură. Toate tablele mantalelor au prezentat următoarele defecte:

- ambele capete ale fiecărei table ale virolelor mantalelor celor două rezervoare au rămas neaduse la rază pe o lungime de 150 - 200 mm la scuturarea din valț, defect care a condus la respingerea furniturii;

- prelucrarea în V a marginilor lungi ale tablelor superioare ale îmbinărilor pe circulare, în loc să fie executată la reboteseș a făcut manual cu polizorul de mare tură, ie și discuri din material plastic, defectuos, cu neregularități exagerate. După toate lucrările de remediere stit în uzină unde au fost returnată întreaga furnitură cit și pe șantier, îmbinările sudate circulare executate cu me-

gina de sudat automat Circomatic nu s-a putut realiza la nivelul unei calități corespunzătoare.

Aducerea la rază a capetelor tablelor a fost de organele ganțierului cu un val, montat în acest scop la locul de montaj Fig. 3.1. pos. 12.

### 3.13.2. Defecte produse în îmbinările sudate de calitate necorespunzătoare a gazului de protecție CO<sub>2</sub>

Cele mai grave probleme ivite pe parcursul lucrărilor de montaj ale acestor rezervoare, au fost cele cauzate de gazul de protecție CO<sub>2</sub>. Acest gaz furnizat de întreprinderea APENIA Buziaș conform STAS 2962 - 68 a fost cu totul necorespunzător scopului nefiind furnizat cu respectarea prescripțiilor standardului, cu toate că nici acestea nu satisfac cerințele de calitate pentru sudarea oțelurilor. Aceste deficiențe <sup>calitative</sup> și în mod deosebit cantitatea <sup>mare de umiditate</sup> a fost tă chiar pe parcursul lucrărilor experimentale pentru determinarea parametrilor tehnologici de sudare cu mașinile automate. Cu acest prilej s-au observat defecte frecvente cauzate de pori de sudare cu CO<sub>2</sub> din unele butelii. Urmare acestor constatări s-a început urmărirea și studierea cu atenție deosebită a fenomenului și s-au luat măsurile bazate pe experiență și informare; înainte de utilizare fiecare butelie s-a ținut în poziție verticală cu robinetul de golire în jos timp de 24 ore după care s-a purjat pînă la ieșirea unui jet de gaz uscat; s-au montat pe circuitul gazului de utilizare la ieșirea din butelie uscătoare electrice și cu silica-gel și din fiecare butelie s-a utilizat numai 3/4 din conținutul de gaz. Cu toate aceste <sup>precauțiuni</sup> măsură ce temperatura sezonului de toamnă - iarnă mergea în scădere defectele cauzate în mod deosebit de calitatea necorespunzătoare a gazului de protecție CO<sub>2</sub>.

În scopul studierii temeinice a cauzelor potențării frecvenței defectelor la temperaturi ale mediului ambiant sub + 10°C, în cadrul cercetării pe șantier, s-au luat următoarele măsuri: (A se vedea anexele 20; 21; 22; 24).

- s-a introdus preîncălzirea înainte de sudare;
- s-a încălzit interiorul cabinelor mașinilor de sudat;
- s-a măsurat temperatura mediului ambiant din oră în oră de la 7 la 19 în fiecare zi;
- s-au prescris diferite regimuri de sudare;
- s-au controlat îmbinările sudate 100 % cu radiații penetrante;

- s-a urmărit calitatea sudurii pe măsura golirii buteliei de  $CO_2$  și s-a stabilit un nivel din la care s-ar putea utiliza gazul pentru ca să se obțină îmbinări sudate de calitate corespunzătoare.

În fig. 3.35 se arată radiografia unei îmbinări sudate fără defecte realizată pe baza controlului cu radiații penetrante. Îmbinarea s-a realizat automat cu  $CO_2$  cu mașina Vertonatic la o structură cu componente de 26 mm grosime în poziție cap la cap vertical ascendent. Tablele au fost cu margini neprelucrate și îmbinarea s-a realizat cu parametri regimului de sudare din tabelul 3.3. la o temperatură ambientă mai mare de  $+ 10^{\circ}C$  și cu  $CO_2$  din butelie ținută răsturnată 24 h, apoi purjetă și previzată cu dispozitive de încălzire și uscare a gazului la ieșire. În fig. 3.36 - 3.41 se arată defecte de forme și concentrații diferite, obținute la sudarea celorlalte structuri, cu aceiași parametri tehnologici de sudare cu luarea aceluiași parametri tehnologici însă la temperaturi ambientale în jur de  $0^{\circ}C$ .

Urmare intensificării frecvenței și a răspândirii defectelor în lungul costurilor care au condus la refaceri tot ale a mai multor îmbinări verticale și ca urmare a analizei rezultatelor cercetării și a studiilor întreprinse pe șantier după cum se vede în anexa 20, Trustul de montaje a hotărât convocarea unei comisii formată din reprezentanți ai firmei Arcos - Italia, furnizorului de gaze și factori competenți din trust. Această comisie după analize pe șantier atât a rezultatelor obținute anterior cât și în prezentă sa, s-a întrunit la sediul trustului la București unde a luat hotărârea ca lucrările de sudare să înceteze până la ivirea sezonului de primăvară, când temperatura ambientă va fi peste  $+ 10^{\circ}C$ .



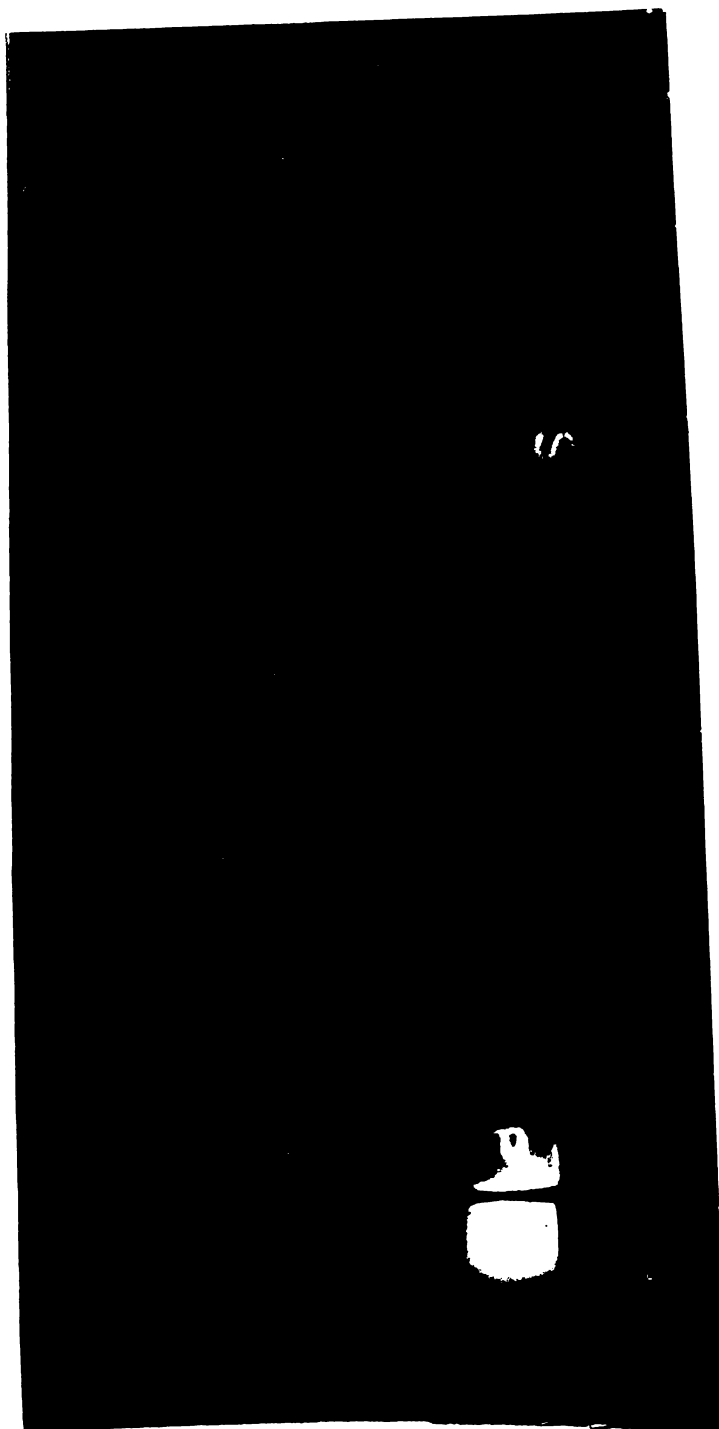


Fig. 3.35. - Aspectul unei îmbinări sudate fără defecte executată automat în  $CO_2$  cap la cap vertical ascendent cu regină automată la table de 26 mm grosime fără prelucrarea terminilor cu deschiderea rostului de 20 mm.

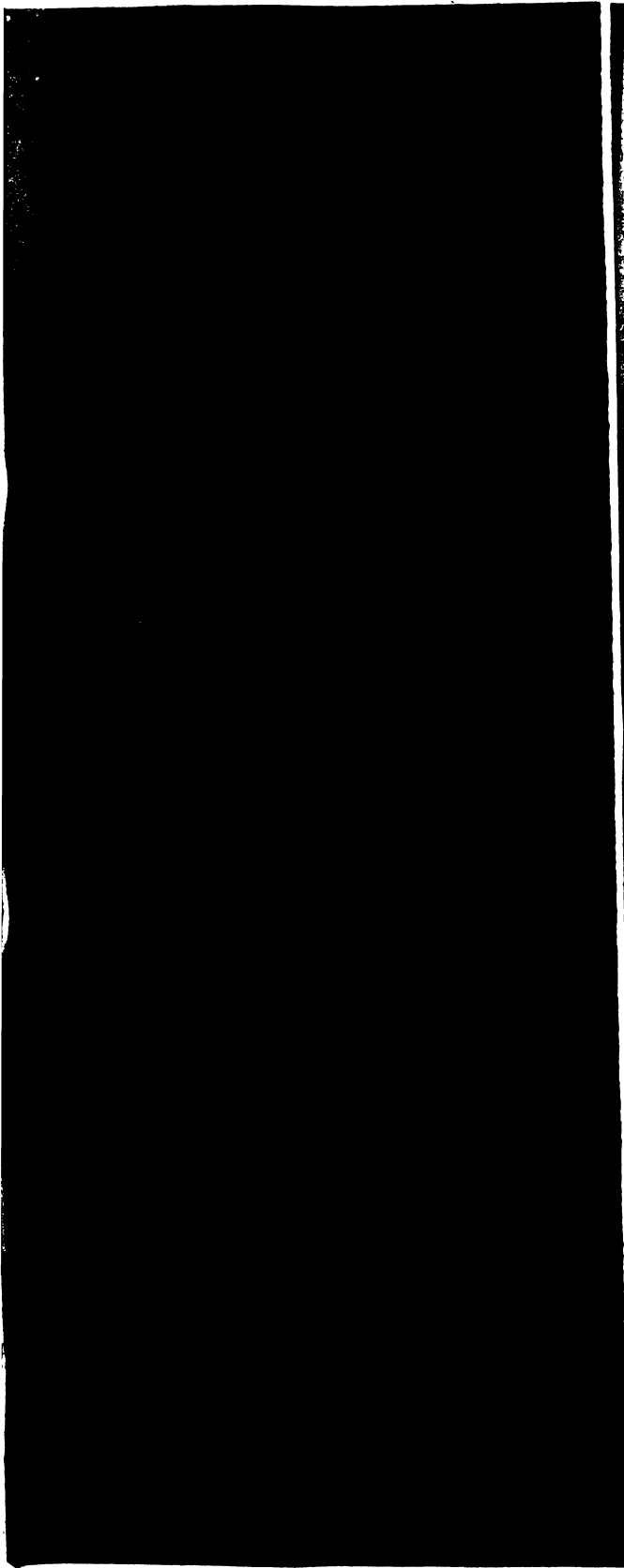


Fig. 3.36. - Defect de formă arborescentă cu aglomerări sub formă de bobă la o îmbinare realizată cu precipitare automat în  $SO_2$  cu mașină automată la t. de 26°C proxime, exceptată la temperatură în jur de 0°C.

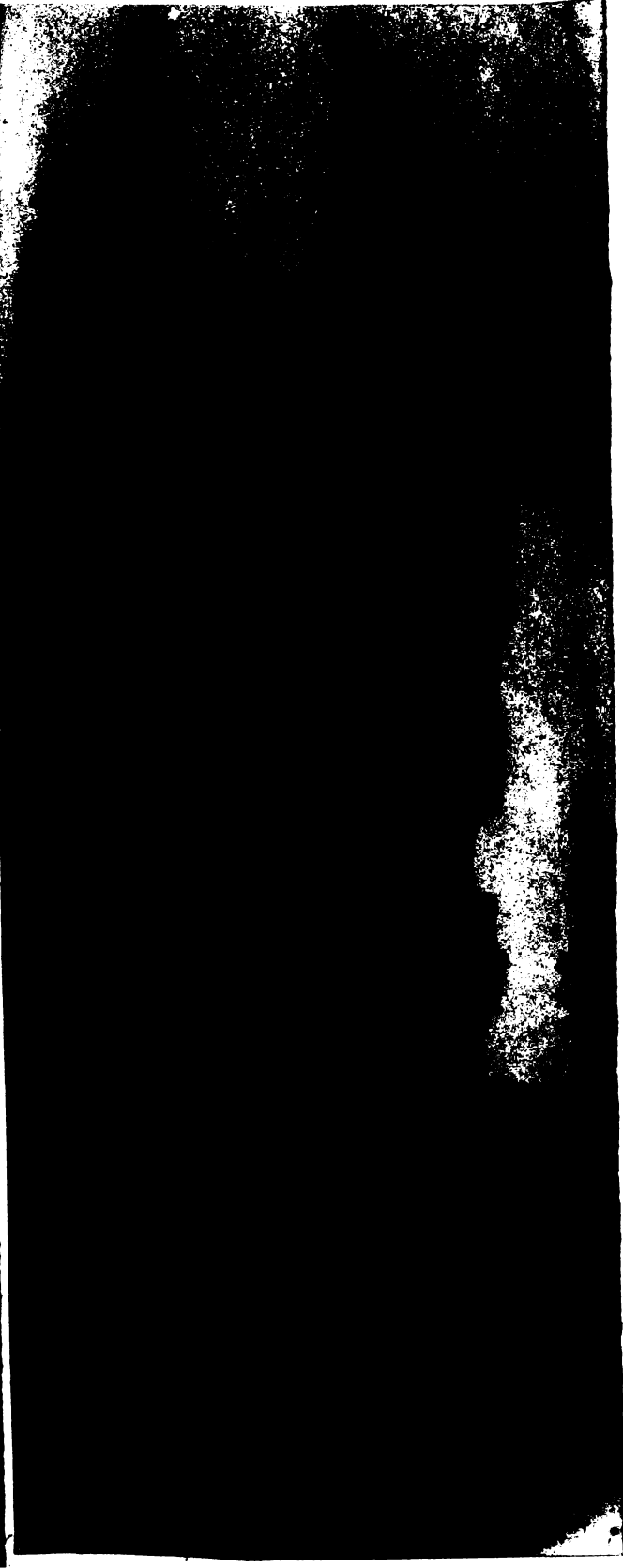


Fig. 3.37. - Defect de formă arborescentă realizat la imbinare sub t. cu precipitare automat în  $SO_2$  cu mașină automată la t. de 26°C proxime exceptată la temperatură sub 0°C.



Fig. 3.38. - Incluziuni nemetelice pori la o sudură la o temperatură de + 10°C cu CO<sub>2</sub> curjat și uscat.



Fig. 3.39. - Incluziuni nemetelice la o sudură executată cu preîncălzire executată în CO<sub>2</sub> la o temperatură între + 10 și 20°C.



Fig. 3.40. - Incluziuni nemetelice pori numeroși la o sudură în CO<sub>2</sub> cu preîncălzire executată la o temperatură în jur de 0°C.

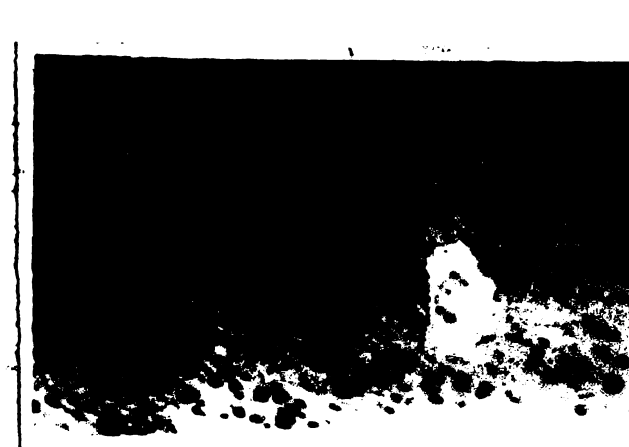


Fig. 3.41. - Pori sub formă de roi la o sudură executată în CO<sub>2</sub> cu preîncălzire executată la o temperatură de - 1°C.

### 3.14. Cercetări referitoare la determinarea scrișurilor de calitate a CO<sub>2</sub> pentru sudare.

În baza studiilor efectuate și a concluziilor trase pe șantier, arătate la pct. 3.11, cu referire la fenomenele care au apărut la sudarea îmbinărilor tablelor nautalei rezervoarelor autonome în CO<sub>2</sub> cu magneziul tercoastic și în mod deosebit a celor verticale executate cu magneziu tercoastic, s-a ajuns la concluzia că elucidarea totală a problemei necesită cercetări ample asupra gazului CO<sub>2</sub>, care depășesc posibilitățile din cadrul șantierului.

În consecință cercetările întreprinse la nivel de șantier s-au amplificat și continuat în cadrul unui contract de cercetare și colaborare între Institutul politehnic "Traian Vuia", Catedra de Metalurgie și tehnologia sudării și Institutul de Construcții Montaj și Reparații T.C.M.M.I.C. Asigurați sectorul sudor șef din Min. Ind. Chimice pentru cercetarea de fond a cauzelor defectelor și fundamentarea științifică a cerințelor de calitate a gazului CO<sub>2</sub> pentru sudare /116/.

#### 3.14.1. Interacțiunea gazului protector CO<sub>2</sub> cu metalul topit

În cadrul procesului de sudare a metalelor un interes deosebit îl prezintă gazele biatomice O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>. Dizolvarea acestora în metal este un proces endoterm din care cauză limita de dezvoltare a acestora în metal crește odată cu creșterea temperaturii. Intensitatea interacțiunii gazelor cu metalul depinde de natura gazului și a metalului, de temperatură lor și de presiunea parțială a gazului asupra metalului topit. Dizolvarea acestor gaze în metal în funcție de presiunea parțială la temperatură constantă se exprimă cu relația:

$$C = k \sqrt{P_{C_1, C_2}^{1-\alpha}} \quad \text{în care:}$$

C - concentrația gazului în metal;

k - constantă;

$P_{C_1, C_2}$  - presiunea parțială atomică și moleculară a gazului, la temperatura dată,  $\alpha$  - gradul de disociere a gazului

Dizolvarea gazului în metal depinde de temperatură metalului și a gazului. Concentrația  $C$  a acestuia în metal, în funcție de temperatură poate fi exprimată cu relația:

$$C = a \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

in care  $a$  și  $k$  sînt constante,  
 $E$  - energia de dizolvare a gazului;  
 $T$  - temperatura absolută;

Dizolvarea gazelor biatomice  $O_2$ ,  $N_2$  și  $H_2$  crește odată cu creșterea temperaturii și la presiunea de 1 atmosferă se prezintă ca în fig. 3.42.

La sudarea cu electrozi fuzibili în mediu de gaz protector se favorizează dizolvarea gazului în baia de sudare, însă o dezechilibrare intensă a acestuia mărește posibilitatea formării porilor odată cu mărirea vitezei de răcire a metalului. La sudarea în mediu protector de  $CO_2$  în general și în mod special la structuri de grosimi și suprafețe mari, viteza de răcire a băii este mare și o topire admisă a metalului de bază fapt ce îngreunează degradarea gazelor din baie de sudare. Din aceste cauze la sudarea cu acest procedeu în cazul pe care-l studiem, obținerea unei cusături compacte, fără defecte cauzate de gazele ce intră în complexul băii de sudare, este o problemă tehnologică complexă și dificilă.

La sudarea în  $CO_2$ , în baie topită se petrec procese fizico-chimice, dintre care unele cu repercusiuni nefavorabile calității îmbinării sudate. Dintre acestea se menționează interacțiunea  $O_2$  dizolvat cu C și cu H care constituie cauza principală a posibilității formării porilor în cusături. În fig. 3.43 se prezintă schema proceselor fizico-chimice ce pot avea loc la sudarea în  $CO_2$ .

#### 3.14.2. Reacții metalurgice în zona arcului la sudarea în $CO_2$ .

Interacțiunea dintre elementele metalului de adeos și oxigen încep odată cu formarea picăturii și durează tot timpul încălzirii. Datorită vitezei de topire a electrodului și de formare a picăturii destul de mari, de-a lungul acesteia se stabilește o repartiție a temperaturii ca în fig. 3.44. Această temperatură, de topire la baza picăturii la limite de fază solid - lichid și de vaporizare la vârful picăturii, în coloana arcului, dă reacții diferite. În zona coloanei arcului din cauza temperaturii ridicate și a afinității mari a C pentru oxigen  $O_2$  se petrece reacția:



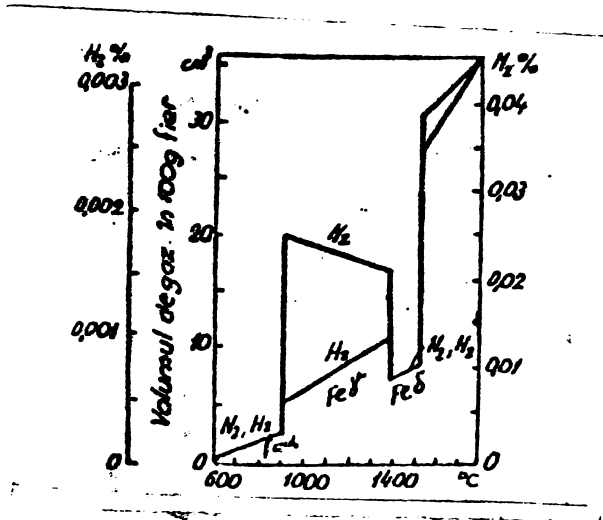


Fig. 3.42. - Dizolvarea gazelor biatomice O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> și H<sub>2</sub> în oțel în funcție de temperatură.

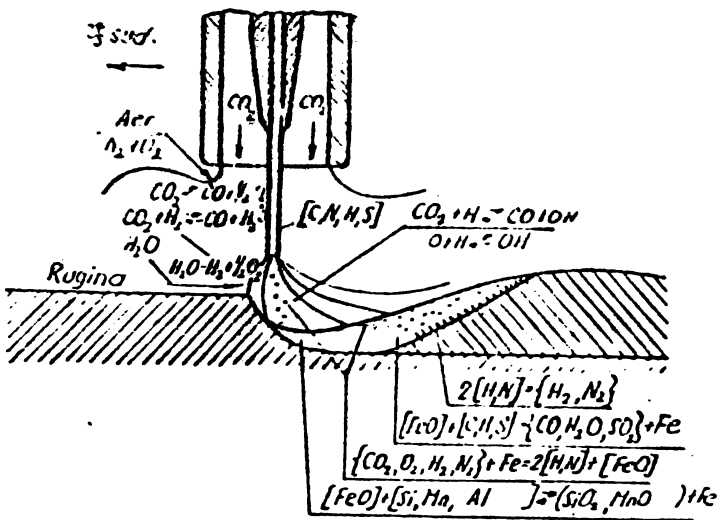


Fig. 3.43. - Procesele fizico-chimice care au loc, probabil, la sudarea în CO<sub>2</sub>.

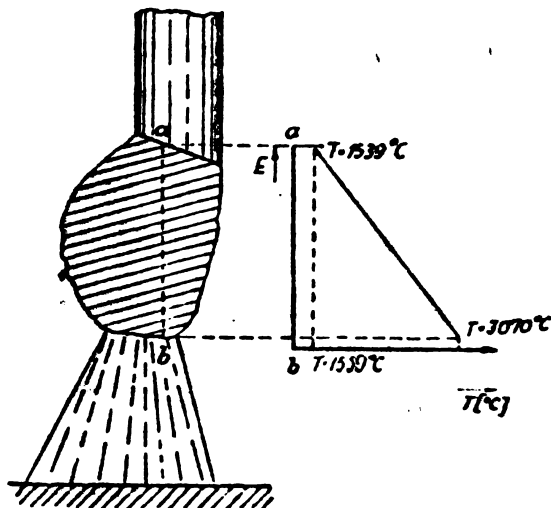


Fig. 3.44. Repartiția schematică a temperaturii în picătură la sudarea în CO<sub>2</sub>.

iar oxizii de Fe, Mn, Si, etc. sînt descompuși. Oxidarea carbonului este legată de formarea produsului de reacție CO, care uneori formează bule gazeose la capătul electrodului. Presiunea dată de CO, care se formează în picătură, poate influența trecerea bulelor prin arc. În aceste bule se adună CO și acestea unindu-se formează goluri din ce în ce mai mari în picătură care conduc la stropire fig. 3.45.

La formarea bulelor de gaz pe lângă carbon contribuie și oxizii elementelor însoțitoare și pentru dezoxidare din sîrmele electrod.

Pierderile prin stropire la sudarea în CO<sub>2</sub> sînt influențate de următorii factori:

- Conținutul ridicat în C a sîrmei de sudare are ca efect creșterea pierderilor prin stropire fig. 3.46;

- mărirea conținutului în elemente de dezoxidare în sîrme de sudare, face să scadă pierderile prin stropire;

- creșterea tensiunii arcului de sudare, la majoritatea sîrmelor de sudare, favorizează creșterea gradului de stropire și deci a pierderilor datorită acestui fenomen;

- creșterea curentului de sudare are o influență negativă asupra gradului de stropire.

Un alt factor important în zona arcului este acela al pierderilor prin ardere. Acestea sînt cauzate de interacțiunea dintre oxigenul din atmosfera protectoare a zonei arcului cu metalul și elementele lui de aliere și însoțitoare. Mărirea acestor pierderi depinde de parametri regimului de sudare și de compoziția gazului protector și a sîrmei de sudare.

Reacțiile metalurgice la nivel de picătură în funcție de parametri regimului de sudare, compoziția chimică a metalului de adeziv și a gazului protector și care determină parte din pierderile prin ardere și stropire se arată în fig. 3.47. Se menționează că hidrogenul ca adeziv cu CO<sub>2</sub> micșorează potențialul de oxidare, dar favorizează într-un grad major formarea porilor și a celorlalte defecte care au la origine porii în cusătura sudată.

### 3.14.3. Reacții metalurgice în baie topită a sudării.

În trecerea prin zona arcului electric picătura de metal desprinsă din capul electrodului sub acțiunea căldurii arcului absoarbe o cantitate importantă de oxigen pe care-l transportă în baie de metal topit, urnare cărui fapt în acest spațiu au loc reacții metalurgice intense. Dintre aceste reacții o importanță deosebită prezintă reacțiile de dezoxidare, care leagă oxigenul de baie, iar concentrația

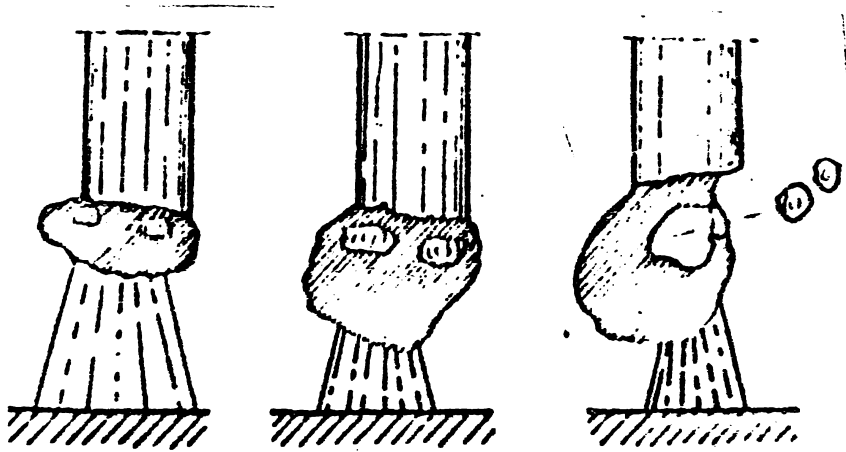


Fig. 3.45. - Formarea stropilor în picătură prin presiunea CO concentrat în bulele de gaz.

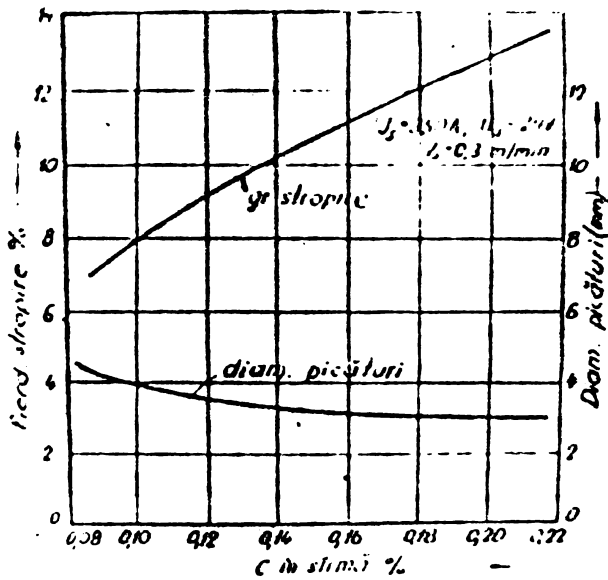


Fig. 3.46. - Influența conținutului în C din sîrmă asupra pierderilor prin stropire.

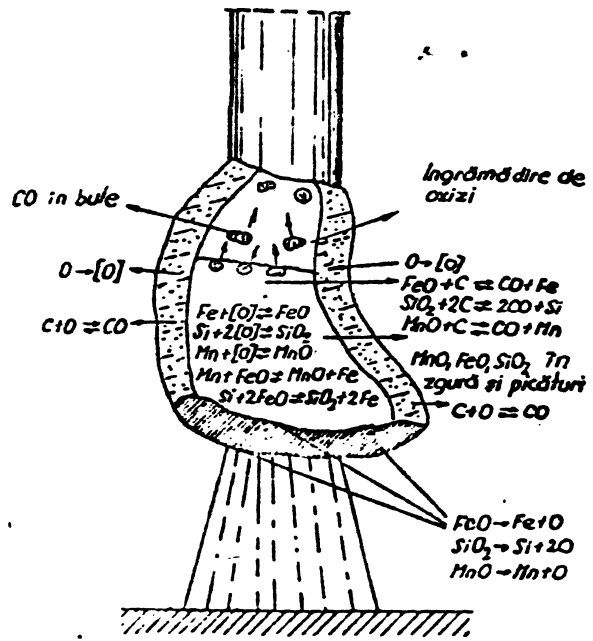


Fig. 3.47. - Reacțiile metalurgice posibile în picătură la sudarea în CO<sub>2</sub>.



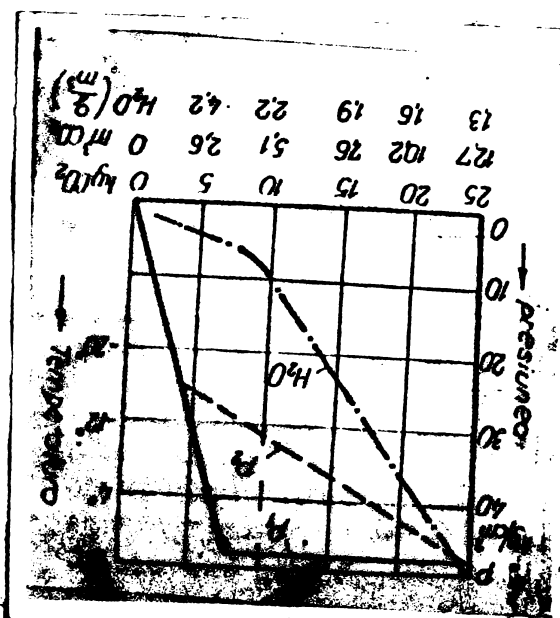


Fig. 3.48. - Conținutul de H<sub>2</sub>O într-o butelie de CO<sub>2</sub> în funcție de presiune și consumul gazului.

elementelor din sudură depind de viteza de sudare și de perioada de timp în care rămâne baia în stare lichidă. Viteze de sudare determină volumul și suprafața băii când ceilalți parametri rămân constanți și influențază desfășurarea reacțiilor metalurgice, după cum se vede în fig. 3.39.

În afară de elementele arătate mai trebuie luată în considerare și temperatura băii, care în medie este de cca. 1770°C, deci mai mică decât temperatura picăturii și o concentrație în oxigen mai redusă. În consecință reacțiile în baie de sudare se desfășoară mai încet. Acestea au o influență deosebită asupra omogenității și însușirilor mecanice ale îmbinării sudate.

#### 3.14.4. Formarea porilor în sudură.

Formarea porilor în cusături este avantajată în cea mai mare măsură de oxidul de carbon care se formează în timpul solidificării băii, de azotului și în mod deosebit de hidrogenul care provine din CO<sub>2</sub> umed. Acesta favorizează o trecere înseamnă de hidrogen și azot din gazul de protecție în baie de sudare.

Solubilitatea hidrogenului se poate calcula pentru temperaturi până la 1800°C cu ajutorul relației:

$$\lg [H] = 0,5 \lg P_{H_2} - \frac{1475}{T} + 0,888$$

Solubilitatea azotului în fier, în funcție de temperatură, se poate determina cu relația:

$$\lg /M/ = - \frac{1170}{T} - 0,715$$

La solidificarea băii are loc o scădere bruscă a solubilității  $H_2$  și a  $N_2$ . Gazele eliminate în felul acesta pot ieși din baie sub formă de bule sau prin difuzie, sau pot să rămână în sudură sub formă de pori. Bulele de gaz nu se formează în partea complet lichidă a băii, ci în jurul suprafețelor cristalelor în dezvoltare.

Dintre factorii principali care favorizează formarea porilor se enumeră:

- reacțiile metalurgice din baia de sudare care sînt în legătură cu formarea produselor de reacție gazoase;
- conținutul mare de  $H_2$  și  $N_2$  din gazul de protecție;
- viteza mare de solidificare a băii de sudare;
- viteza de formare și eliminare a bulelor de gaz din baie;

### 3.14.5. Incluziuni nemetalice (oxizi) la sudare.

Impuritățile nemetalice care intervin sub formă de oxizi, provin din materialul de bază, din cel de adăos și auxiliare (flux) precum și din produsele de dezoxidare în urma reacțiilor metalurgice din baia topită în cazul cînd condițiile de solidificare a băii de sudare sînt nesatisfăcătoare. Aceste reacții de dezoxidare trebuie să micșoreze conținutul de oxigen dizolvat în baie fie prin legare sub o formă cerecare, fie să fie eliminat astfel încît să nu poată avea vreo influență negativă asupra calității sudurii.

Solidificarea rapidă a băii de sudare topită conduce la formarea de incluziuni nemetalice - și la pori după cum s-a arătat mai sus - în cantitate mare, deosebi atunci cînd produsele de dezoxidare există în stare solidă și nu se ridică în agure de la suprafața. Dacă dezoxidarea se face cu Si și Mn la sudarea în  $CO_2$ , dă naștere la oxizi  $SiO_2$  și  $MnO$ , sau la silice și de mangan.

Reacțiile metalurgice la sudare sînt influențate într-o măsură destul de mare de parametri regimului de sudare deoarece acestea stabilesc dimensiunile băii și ale picăturilor, durata reacțiilor și interacțiunilor metalurgice și temperatură. Parametri tehnologici de sudare au influență și asupra pierderilor prin oxidare; asupra conținutului de incluziuni nemetalice și a porilor precum și a gradului de stropire. De asemenea o importanță deosebită asupra desfășurării reacțiilor metalurgice o are compoziția gazului de protecție și a sirnei de sudare.

### 3.14.6. Cerințe de calitate a CO<sub>2</sub> pentru sudare și influența impurităților asupra proprietăților metalice.

Calitatea gazului de protecție care s-a utilizat la sudarea automată a rezervoarelor cilindrice de mare capacitate și condițiile în care s-a livrat s-a arătat în Cap. 2. punctul 2.2.3.3. Cu toate că STAS 2962 - 68 a fost revizuit și înlocuit cu STAS 2962-76, condițiile de calitate prevăzute, nici de data aceasta nu sînt satisfăcătoare pentru sudare. În plus din cauza prevederii a mai multor calități de gaz pentru utilizări diverse în același standard, a instalațiilor producătoare și a livrării în condiții necorespunzătoare de către furnizori, procedeul de sudare în CO<sub>2</sub>, automat și semiautomat, stit de productiv se utilizează numai sporadic pe scară națională.

În țări cu aplicarea largă a acestor procedee, cerințele de calitate sînt prevăzute într-un standard cu garantarea cerințelor de calitate pentru gaz cu utilizare exclusivă la sudarea metalelor.

Pentru informare și comparare, se arată mai jos indicii de calitate a gazului CO<sub>2</sub> pentru sudare, garantate de standardele din două țări cu climă cu temperaturi mai scăzute decît în țara noastră și anume:

1. Indicii de calitate garanțați de standardul TSL 2968 - 65 din R.D.G. : puritate 99,8 %, umiditate 200 mg apă la 100 l gaz. Din impuritățile de 0,2 % trebuie să fie H<sub>2</sub> maximum 0,1 % și N<sub>2</sub> maximum 0,1 % la 0° și 760 Torri.

2. Standardul sovietic GOST 8050 - 64 pentru CO<sub>2</sub> cal. I. pentru sudarea oțelurilor, garantează puritatea de 99,5 %; umiditatea 0,178 g apă/m<sup>3</sup> gaz la 0°C și 760 Torri cu punctul de rouă la - 34°C.

În baza cercetărilor experimentale efectuate pe șantier în condiții de temperatură ambiantă între + 20°C și - 10°C precum și a cercetărilor de laborator s-a ajuns la concluzii certe. S-a confirmat faptul că ivirea și intensificarea porilor și a defectelor cu forme ciudate de frunze, renuri, etc. se datorează în cea mai mare măsură impurităților gazului de protecție dintre care conținutul de apă din butelii peste limitele maxime prevăzute în standarde, prezintă cel mai mare pericol pentru deteriorarea calității îmbinărilor sudate care s-a ajuns pînă la rebutarea în totalitate a unor cupături cum s-a arătat în fig. 3.36 și fig. 3.37.

Cantitatea de apă din butelii în funcție de cantitatea sau presiunea CO<sub>2</sub> este prezentată în fig. 3.48 în care s-a notat cu P<sub>1</sub> presiunea CO<sub>2</sub> la un consum de pînă la 1200 l/h cu P<sub>2</sub> la un consum peste

1200 l/h. Din figura se observă că la o presiune a  $\text{CO}_2$  în butelii sub  $10 \text{ kgf/cm}^2$  cantitatea de umiditate crește foarte mult. Se poate deci trage concluzia că folosirea la sudare a buteliilor sub această presiune, duce sigur la întărirea defectelor cauzate de hidrogen. În consecință se vor lua măsuri riguroase ca buteliile să nu se utilizeze sub această presiune; să fie prevăzute cu reductoare de presiune cu limitator de golire; cu încălzitoare și dispozitive de uscare a gazului  $\text{CO}_2$ .

Studiile și cercetările, atât cele din cadrul șantierului pe parcursul executării sudării rezervoarelor, cât și cele de laborator în cadrul Catedrei de utilaje și tehnica sudării din Timișoara au ajuns la următoarele concluzii:

- impuritățile din dioxidul de carbon folosit la sudare ca gaz de protecție, cu o influență negativă asupra calității îmbinărilor sudate;

- gazele biotonice  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ , vaporii de apă și celelalte impurități provoacă formarea porilor și rețasurilor, defecte care modifică negativ proprietățile mecanice ale cusăturilor sudate cu  $\text{CO}_2$ ;

- vaporii de apă, direct sau disociați prin cantitatea mare de  $\text{H}_2$  provoacă defecte grave în îmbinarea sudată în mediu de  $\text{CO}_2$  după cum s-a constatat la sudarea pe șantier la temperatura sub  $+ 10^\circ\text{C}$ ;

- cercetarea infirmă concluziile unor cercetători menționați în lucrarea/105/ că proveniența hidrogenului din spațiul băii de sudare s-ar datora în mare parte resturilor de lubrifianti de pe suprafața de sudare și că umiditatea dioxidului de carbon nu influențează esențial conținutul de hidrogen în procesul de sudare. Este probabil că cercetările efectuate de autorii citați s-au desfășurat exclusiv în condiții de laborator și nu au avut posibilitatea să cunoască comportarea  $\text{CO}_2$  la sudare în condiții de șantier și influența apei sub formă de vaporii și a abundenței hidrogenului provenit din disocierii la sudare la o temperatură ambiantă în jur de zero grade. Cercetările întreprinse în studiul nostru atât cele din șantier confirmate ulterior de cele de laborator cât și aria largă a acestora din urmă pentru elucidarea totală a fenomenelor negative și pozitive și repercurșiunile acestora asupra procesului de sudare și a calității îmbinărilor sudate s-au fundamentat și exact pe realități intervenite "de facto" în procesul de sudare a unor serii obiective pe șantier sub influența fenomenelor climatologice pe parcursul celor patru anotimpuri ale anului din țara noastră;

- să se utilizeze pentru sudare  $\text{CO}_2$  a cărui condiții tehnice de calitate să fie garantate de un nou STAS în care să se prevadă următoarele caracteristici: puritatea minimum 99,8 % vol, umiditate maximum  $0,1 \text{ g/m}^3$  și max. -  $0,1 \%$   $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  și alte impurități, la  $0^\circ\text{C}$  și  $760 \text{ torri}$  cu punctul de rouă la  $- 40^\circ\text{C}$ ;

- în comandă  $\text{CO}_2$  pentru sudare să se specifice ce furnizorul să respecte cel puțin indicii de calitate garanțai de STAS, iar furnizorul să le respecte cu strictețe.

- în procesul de sudare se vor utiliza exclusiv butelii care au stat răsturnate, la verticală cu robinetul de golire în jos, cel puțin 24 h, după care, în aceeași poziție se vor purja până ce secesc urmele de umeseală;

- la sudare, când temperatura mediului ambiant este până la  $+ 10^\circ\text{C}$ ,  $\text{CO}_2$  din butelie se va consuma maximum  $2/3$  din conținutul buteliei, iar când temperatura este sub  $+ 10^\circ\text{C}$  se va consuma maximum  $1/2$ .

Aceste măsuri sînt imperios necesare a se lua, aplică și respecta deoarece o butelie plină cu  $\text{CO}_2$  conține bioxid de carbon în stare lichidă și gaseasă, punctul de rouă al gazului obținut fiind sub  $- 20^\circ\text{C}$  și umiditatea în aceste condiții, foarte redusă. Pe măsură ce  $\text{CO}_2$  - ul din butelie se consumă, cantitatea de  $\text{CO}_2$  lichid din butelie scade, iar după terminarea ei, presiunea gazului din butelie se micșorează mai pronunțat odată cu consumul. În această situație punctul de rouă se ridică odată cu ridicarea temperaturii și între  $- 20$  și  $0^\circ\text{C}$  umiditatea din gaz crește foarte mult. Aceasta antrenată în baie de sudare produce defecte din ce în ce mai pronunțate, de la peri răsleți la peri abundenți sau grupeși în foiuri, precum și la forme bizare, aproape incredibile de frunze, arborescente sau verziculare parțial sau pe toată lungimea îmbinării, până la terminarea gazului din butelii cum s-au arătat în radiografiile din fig. 3.35 - 3.41.

### 3.14.7. Avantajele sudării automate în $\text{CO}_2$ a mantalei rezervoarelor cilindrice de mare capacitate.

În subcapitolele precedente s-au arătat favorabile și nefavorabile ce intervin pe parcursul desfășurării procesului de sudare dintre care în mare parte cu urmări nefavorabile calității structurilor sudate. S-au analizat de asemenea cauzele și natura defectelor precum și mijloacele de prevenire, diminuare sau chiar înlăturare a acestora. În concluzie aplicarea acestui procedeu de sudare, în general și în mod deosebit la sudarea mantalei rezervoarelor de mare capacitate, prezintă următoarele avantaje:

- viteză foarte mare de sudare datorită intensității foarte mari a curentului care la sudarea dintr-o singură trecere a tablelor cu margini neprelucrate este cuprinsă între 6 și 8 cm/minut cu mașina Vertomatic și de 50 - 65 cm/minut la sudarea circulară cu două sau mai multe treceri, două câte două concomitent a tablelor de grosimi între 8 și 26 mm, prezintă un avantaj deosebit;

- pătrundere mare a sudării datorită densității foarte mari de curent care se poate folosi;

- putința schimbării parametrilor de sudare chiar și pe parcursul desfășurării procesului de sudare;

- nu se necesită curățirea așurii;

- procedeul automat cu așură cu așez de flux se poate aplica ușor la sudarea conductelor, iar cel semiautomat la construcții metalice, etc.

- are o productivitate foarte mare, concretizată în raportul de 1:6 la 1:10 față de sudarea manuală prin toare electrică cu electrozii înveliți.

### 3.15. Concluzii furnizate de cercetările și studiile efectuate pentru optimizarea tehnologiei de montaj și sudare a rezervoarelor cilindrice de mare capacitate.

Făcînd o retrospectivă asupra celor expuse în prezentul capitol, cercetările și studiile efectuate permit următoarele concluzii:

- s-au construit, montat și sudat pentru prima dată la noi în țară rezervoare cilindrice de mare capacitate pentru depozitarea și stocarea produselor petroliere. În împrejurările crizei energetice de astăzi și a necesităților crescînde ale industriei chimice și petroliere construirea acestui tip de rezervoare este o necesitate acută și prioritară în cadrul economiei naționale;

- în baza cercetărilor și a studiilor efectuate pe parcursul lucrărilor de montaj în șantier s-au întunătățit unele faze de montaj prin aplicarea de soluții mai eficiente din punct de vedere tehnic și economic dintre care se specifică: înlocuirea macaralei turn pe șine de cele ferată care rămînea la punctul de lucru pe toată perioada montajului, cu una turnată pe pneuri, care poate fi folosită pe parcurs la mai multe puncte de lucru; s-au introdus cărucioare pentru transportul tablelor virolelor prin împingerea ușoară; în locul stălpului fix pentru susținerea la montaj și sudarea membranei cu perisabilitate mare la demontare și scoatere din rezervor pe gura de vizitare, cu o șelă mobilă formată din module demontabile și refolosibile integral la montaje viitoare;

- s-a introdus pentru prima dată la noi în țară sudarea automată în  $\text{CO}_2$  cu sirmă cu miez de flux cu mașini de mare productivitate: s-au realizat suprafețe sudate de aproape 3.000 mp cu sudură de colț prin suprapunere a tablelor fundului și de aceeași suprafață a mantelei care s-au încadrat în limitele abaterilor prevăzute;

- s-au determinat experimental și s-au verificat pe bază de calcul de statistică aplicată cu metode Chauvenet, parametri optimi de sudare cu care s-au elaborat apoi tehnologii de sudare atât pentru sudarea automată în  $\text{CO}_2$  a mantelei cât și sub strat de flanșe a fundului și membranei rezervoarelor. Aceste tehnologii se aplică curent la sudarea acestor tipuri de rezervoare atât pe șantierele din țară cât și pe cele de peste hotare;

- pe baza cercetărilor și studiilor efectuate pe șantier s-au tras concluzii asupra cauzelor defectelor care s-au întins până la rebuturi totale a unor îmbinări sudate automat în  $\text{CO}_2$  în mod special a celor verticale efectuate la temperaturi sub  $+10^\circ\text{C}$ ;

- s-au întreprins cercetări și studii ample de laborator pentru determinarea influenței impurităților din bixidul de carbon pentru sudare și în mod special al  $\text{N}_2$  a umidității din gaz a vaporilor de apă și a hidrogenului provenit din metal și în mod deosebit al celui provenit din disocierea vaporilor de apă.

- rezultatele cercetărilor și studiilor din șantier și laborator arătate în cadrul expunerii înfirmă concluziile unor cercetători că hidrogenul din baie de sudare ar proveni din lubrifianți rămași pe sirmă de sudare și că umiditatea din  $\text{CO}_2$  și nu influențează esențial conținutul de hidrogen în îmbinările sudate.

- pe baza cercetării se propun caracteristici minime necesare unei calități corespunzătoare bixidului de carbon pentru sudare, care să fie garantate de un standard în care să nu fie cuprinse și calități pentru alte utilizări;

- s-a întocmit o diagramă cu ajutorul căreia se determină direct prin citire parametri tehnologici de sudare automat în  $\text{CO}_2$  cu mașina Vertomatic, a îmbinărilor sudate cap la cap în poziție verticală ascendentă, a tablelor de 8 - 26 mm grosime cu sirmă cu miez de flux.

- s-a urmărit pe parcursul montării și sudării virolelor mantelei de devierile de la verticalea ideală a tablelor să se plaseze în cimpul plus (+) al abaterilor admise, adică spre exteriorul rezervorului, ceea ce s-a reușit. S-a urmărit aceasta pentru a se înlătura posibilitatea întâlnirii unei porțiuni din conturul de pe circumferința capacului cu abatere din cimpul de toleranțe plus (+) spre manta, cu una a mantelei din cimpul de toleranțe minus (-), spre capac. Este ușor de imaginat

că deblocarea unui cepec în greutate de peste 200 tone nu s-a putut face decât prin tăiere, înlăturare și înlocuire cu un altul.

#### Cap. 4. Studii și cercetări cu privire la tehnologia de montaj și sudare, în condiții de șantier, a rezervoarelor sferice.

##### 4.1. Determinarea domeniului cercetării.

Montarea și sudarea rezervoarelor sferice pe șantierele din cadrul industriei chimice, petrochimice și petroliere, singurele domenii industriale care folosesc astfel de recipiente, care o tradiție de mai bine de 20 de ani la noi în țară. Pe parcurs, au fost studiate și s-au făcut cercetări asupra unei game largi de astfel de rezervoare, atât din punct de vedere al creșterii volumului de depozitare, cât și din acela al evoluției formei geometrice și conturului segmentelor. Cele referitoare la geometria conturului segmentelor în scopul de a se reduce numărul acestora și, implicit a lungimii îmbinărilor sudate ale mantalei /30/; /29/; /31/; /71/, au cunoscut un drum lung pe parcursul acestor două decenii. Rezultatele s-au concretizat în găsirea unor forme geometrice ale marginilor segmentelor și a aguzării acestora pe conturul sferei, asemănător cu cel al unei mingi de fotbal; reducerea segmentelor de la 168 la 34 și a lungimii îmbinărilor de sudat de la 640m la 320 m.

Soluțiile găsite au fost rodul muncii de cercetare și colaborare îndelungată între factorii interesați din șantierele de montaj și sudare a rezervoarelor sferice și cei din uzine constructoare 23 August din București. (A se vedea în Cap. 1, subcapitolul 1.3.2.2. și fig. 1.3.)

Cercetările și studiile, ale căror rezultate se prezintă în lucrarea de față, au avut ca obiectiv;

a) determinarea celor mai optime parametri tehnologici de sudare pentru rezervoare sferice de 1000 ml din oțel BH 36 S de import, cu 34 segmente dispuse pe suprafața mantalei sferei ca cea al unei mingi de fotbal, pe baza aplicării experimentale a sudurii cu electrozi 431SHV1 Phoenix Union în cadrul șantierului T.C.M.R.I.C. Triașoara, beneficiar PECO, a două din acest tip de sferă.

b) înlocuirea electrozilor de sudare din import cu electrozi fabricați după rețete de concepție și fabricație indigenă, pentru sudarea cazanelor, recipientelor pentru gaze lichefiate din oțel cu granulație fină pentru temperaturi până la - 30°C etc., din oțeluri elaborate de C.S.Caleși.



Se menționează că cercetarea s-a referit exclusiv la sudarea segmentelor sferei, considerându-se că, montarea prin sudare a celorlalte subansamble, ca elementele picioarelor de susținere, scări, podeste, etc. sînt cunoscute și nu pun probleme de sudare.

#### 4.2. Descrierea sursei a rezervorului sferic.

Un rezervor sferic de 1000 mc capacitate, cu 34 segmente este compus din următoarele subansamble:

- mantaua rezervorului care formează recipientul propriu-zis; are un diametru interior  $D = 14200$  mm și este susținută de 10 picioare din țevă sudată helicoidal cu dimensiunile  $D_n = 600 \times 11,91 \times 7600$  mm lungime. Este compusă din 34 segmente, dintre care 20 sînt ecuatoriali și alcătuiesc sectorul central, care se închide pe centrul sferei în părțile polare cu câte o calotă. Fiecare calotă este formată din câte 7 segmente;

- fiecare calotă polară este prevăzută cu câte o gură de evacuare la cea inferioară și de vizitare la cea superioară.

Îmbinarea segmentelor ce alcătuiesc sfera se face prin sudare în poziție cap la cap. Toate ștuțurile și recordurile pentru diferite funcții sînt îmbinate prin sudare de colț din uzină, inclusiv picioarele de susținere (partea superioară).

Pentru urcare, coborîre, controale, verificări, poziția de sudare a sudurilor; montarea și demontarea rezistorilor pentru preîncălzire, etc., pe parcursul procesului tehnologic de montare și sudare, s-au folosit scări și balustrade construite adhoc, pe șantier, precum și cele definitive.

#### 4.3. Fluide ce se depozitează și condiții tehnice de montaj și sudare.

În rezervoarele sferice se depozitează în general gaze petroliere lichefiate, azot, oxigen, etc. în diferite procente și presiuni. Dintre mediile frecvente care se depozitează în astfel de recipiente se menționează: butanul, propielena, pentanul, azotul, hidrogenul, etc. în general gaze toxice, inflamabile și explosive.

Condițiile tehnice de montaj și sudare, sînt cele prevăzute în proiectul de execuție a montajului și în tehnologia de sudare, rezumate în cele arătate mai jos:

1) Prescripții tehnice ISCIR de execuție: C4 - 73; C9 - 71; Cn - 20 - 76; C 26 - 74; C 36 - 72; CR 4 - 75; CR 30 - 75.

2) Controlul segmentelor cu ultrasunete, conform prescripției ISCIR C 36 - 72: clasă M1 pe întreg conturul ce urmează a se suda.

3) Controlul cu lichide penetrante a suprafeței rosturilor de sudare: nu se admit defecte din grupa 1 STAS 7084/175.

4) Sudarea cap la cap:

- coeficient de rezistență a îmbinărilor sudate:

a) sector circular la calota superioară: 1,00 ;

b) calota inferioară 0,95

- volum de control nedestructiv:

a) Rx, Ir 192 U.S. : 100 % tehnică B cf. CR 4 - 75

b) lichide penetrante : 1000 %

5) Tratament termic:

a) înainte de sudare - cu procedeul electric cu rezistori sau cu gaze cu arzătoare cu duze multiple, cu menținerea temperaturii constante pe tot parcursul desfășurării procedurii de sudare;

b) după sudare - recăzere de detensionare integral cu gaze sroce (în cazul rezervoarelor din oțel EN 36 de 30 mm grosime nu s-a necesitat acest tratament).

6) Dispozitive de siguranță - supape de siguranță montate pe conducte tehnologice.

Montajul pe șantier s-a realizat cu ajutorul unei macarale pe pneuri, începând cu montarea celor 10 segmente centrale și sferei, pe care sînt sudate picioarele prin așezarea acestora cu telpa picioarelor pe fundație la locul respectiv și prinderea acestora, cu ajutorul tendoanelor, de stîlpul central de montaj. În continuare s-au montat segmentele centrale intermediare, după care a urmat cea și calotei inferioare, fără segmentul central și cea și calotei superioare. În continuare s-a executat prinderea în dispozitive, operațiunile de centrare și aducere la dimensiunile prevăzute în documentația deschiderii rostului, potrivirii la nivel a suprafeței segmentelor; aducerea la rasă a întregului montaj al mantalei rezervorului. În general, montajul s-a făcut conform cu prevederile din proiectul de execuție III, cu respectarea previziunilor din caietul de sarcini și a instrucțiunilor ISCIR arătate la subcapitolul 4.3. punctul 1.

#### 4.4. Considerații asupra materialelor folosite.

##### 4.4.1. Materiale de bază.

La construirea rezervoarelor sferice cu nouă geometrie a contrului celor 34 segmente s-a folosit:

1) La rezervoarele considerate seria zero, dintre care două s-au montat de către TCMRIC la Tîlgoara beneficiar PECU, pentru depozita-

rea butanului, s-a folosit oțel de import BH 36 S cu segmenti ambuteiași de usinele 23 August, de grosime 30 mm fără să necesite tratament termic de recococere pentru detensionarea după sudare, decât preîncălzire.

Oțelul a fost furnizat de firma Rhein Stahl Hüttenwerke - R.F.G. (echivalent cu un oțel slab aliat, cu cerințe de calitate, conform STAS 1271 - 72, calmat, cu granulație fină) cu următoarele caracteristici:

- unghiul de îndoire minimum  $90^{\circ}$  pe epruvete transversale încărcate longitudinal, cu sudură, conform STAS 7748 - 74, fără rupere, conform STAS 9021 și tabel 4 (sau conform DIN 17100/sept.66 pct. 8.4.6. și 8.4.6.1);

- reziliența la temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  pe epruvete conform STAS 7511 - 73, minimum  $3,5 \text{ kgf/cm}^2$  medie a 3 încercări dintre care o singură epruvetă poate avea valoarea minimă de  $2,6 \text{ kgf/cm}^2$ ;

- microstructura, conform STAS 7450 - 66, porozitatea maximă admisă, generală sau centrală, punctajul 2, conform STAS 5998 - 68;

- conținutul de incluziuni nemetalice sume punctajelor pe același cimp, maximum 5, iar pe tip de incluziuni, maximum 4 (sulfuri, oxizi, silicați, nitruri) conform STAS 5949 - 65 (sau conform DIN 1570 - 71).

2) La rezervoarele următoare acestei serii se folosește în locul oțelului BH 36 S de import, oțel elaborat de Combinatul Siderurgic Galați R 52 - 7a/SI. Acest oțel este de asemenea un oțel cu granulație fină din care se construiesc rezervoarele sferice pentru gaze lichefiate la temperaturi până la  $-30^{\circ}\text{C}$ . Oțelul are o structură ferito-perlitică fină, punctaj 6-8, calmat cu Al și V, a cărui compoziție chimică și caracteristici mecanice s-au menționat în Cap. 2, subcapitolul 2.2.2. și tabelele 2.1 litera B și 2.2.

#### 4.4.2. Materiala de adese.

După cum s-a arătat în capitolul 2, la sudarea rezervoarelor sferice a celor două rezervoare din seria zero, cu 34 segmenti așezați ca cei de la o mingie de fotbal, montași de TCMRIC la Timișoara pentru întreprinderea PhCO, s-au folosit electrozii recomandași de firma furnizoare a materialului de bază de fabricație Phoenix Union - R.F.G. tip 461 SHVL. În vederea înlăturării posibilității unei acțiuni de corodare fisurată a hidrogenului sub presiune, stratul de acoperire a îmbinărilor pe partea interioară a rezervorului s-a sudat cu electrozi ingineri Superbas care nu conțin nichel în compoziția lor chimică.

Pentru studierea sudabilității, a comportamentului și caracteristicilor mecanice după sudare a oțelului R 52 - 7al51 elaborate de C.S. Galași în efortul de a se înlocui, în afară de materialul de bază, și electrozii din import SHV1 cu electrozi indigeni, cercetarea a folosit pe parcursul experimentării electrozidul EB 3 în curs de omologare, fabricat de ISPS Buzău. Paralel cu această cercetare a utilizat pentru studii experimentale în același scop, pe epruvete din același oțel, încă opt tipuri de electrozi realizați de Întreprinderea Industria sîrmei Cîmpia Turzii pe stație pilot, după rețete originale elaborate de către cercetători pe baza contractului de cercetare între ROMNIC și Catedra de utilaj și tehnologia sudării Timișoara. Studiile experimentale, după cum se va arăta pe parcursul expunerii lucrării de față, sînt în continuare în curs de cercetare, experimentare, îmbunătățire și selecționare în vederea optimizării caracteristicilor mecanice și metalografice ale acestora.

#### 4.4.2.1. Caracterizarea electrozilor 461 SHV1

Conform datelor furnizate de firma producătoare, electrozidul 461 SHV 1, este un produs slab aliat cu Mn și Ni, cu înveliș basic, metalul depus avînd un conținut de hidrogen difuzibil controlat, categoria A, max.  $5 \text{ cm}^3/100 \text{ gr ND}$ . Este recomandat a se utiliza la sudarea oțelurilor de înaltă rezistență cu granulație fină cu limită de curgere peste  $500 \text{ N/mm}^2$ . Metalul depus de electrod are o plasticitate foarte bună, valorile rezilienței fiind mari, atât la temperaturi pozitive cît și la temperaturi scăzute (vezi cap. 2. Tabelul 2.3.).

Domeniul de folosire este destul de larg și cuprinde sudarea oțelurilor pentru cazane, a recipientilor sferici sau cilindrici pentru depozitarea, stocarea și transportul gazelor lichefiate sub presiune la temperaturi scăzute, etc.

Electrozii avînd înveliș basic și digroscopic se vor depozita în încăperi uscate la o temperatură de  $+10^\circ\text{C}$  și înainte de utilizare se vor usca timp de 2-3 ore la o temperatură de  $250 - 300^\circ\text{C}$ .

#### 4.4.2.2. Caracterizarea electrozilor EB - 3.

Electrozidul EB - 3 este un electrod slab aliat cu Mn și Ni cu înveliș basic și conținut redus de hidrogen în metalul depus. Este destinat sudării oțelurilor cu granulație fină, slab aliate, cu plasticitate ridicată la temperaturi scăzute pentru rezervoare de depozitare și stocaj a gazelor lichefiate, a cazanelor și recipientilor sub presiune.

Cu acest electrod se sudază în c.c. cu polaritate ridicată, în

teste pozițiile, mai puțin verticale ascendent. Arcul se amorsează ușor, este stabil, topirea se face uniform, stropierea este redusă, iar zgure acoperă bine bare de sudare și se îndepărtează ușor de pe cusătură. (vezi Cap.2. Tabelul 2.3.).

#### 4.5. Sudarea montajei rezervoarelor sferice din oțel B BH 36S cu 34 ștative de 30 mm grosime.

##### 4.5.1. Măsură luate în vederea sudării în condiții de șan- tier a rezervoarelor.

Oțelul BH36S și electrozii 461SNVI sînt materiile cunoscute de factorii interesați și răspunzătorii cu problemele de sudare a rezervoarelor sferice din cadrul șantiierelor de montaje. Acestea s-au utilizat din plin la construirea, montarea și la sudarea rezervoarelor sferice cu alte geometrii ale segmentelor, cu care ocazie s-au determinat și folosit tehnologiile de sudare verificate și îmbunătățite pe parcursul lucrărilor de sudare și montaj.

Cercetarea și studiile întreprinse pe șantier, pe parcursul montării și sudării rezervoarelor, urmare cărora s-a obținut în final încastrarea celor două sfere, în totalitate, în limitele abaterilor la curbura, deformabilități locale sau extinse, prevăzute în caietul de sarcini s-au axat pe următoarele elemente și activități:

- s-a asigurat un montaj corect al tuturor segmentelor prin verificări, măsurători succesive pe faza de operații și aducerea elementelor în limitele abaterilor prescrise în normative, instrucțiuni și caiete de sarcini;

- s-au determinat cele mai potrivite sensuri de sudare pe faze succesive și concomitente a îmbinărilor pentru fiecare zonă a sferei și determinarea numărului sudurilor care trebuie să sudeze concomitent;

- s-au determinat lungimile optime ale pagilor de pelerin și ordinea de sudare, precum și lungimile îmbinărilor de la capetele segmentelor care se sudează numai după ce au fost sudate îmbinările celor trei subansambluri: calota superioară (fără segmentul central care se montează și sudează după demontarea stîlpului de montaj) corpul și calota superioară;

- s-au calculat dimensiunile rezistorilor; s-a determinat numărul necesar;

- s-a întocmit o schemă electrică după care s-a executat instalația de alimentare cu energie electrică a rezistorilor pentru preîncălzirea zonei îmbinărilor pentru sudare; s-a aplicat soluția de preîncălzire cu energie electrică cu rezistori, decorese pe șantierul de

montaj a rezervoarelor sferice de la Timișoara nu a existat rețea de gaze și nici la o distanță convenabilă unde s-ar fi putut face un record.

#### 4.5.2. Tratamente termice.

##### 4.5.2.1. Considerații asupra efectelor cantității de căldură introdusă la sudare.

Grosimea de 30 mm a tablei segmentelor rezervoarelor din oțel slab aliat cu mangan nu necesită tratament termic de detensionare după sudare, dar impune preîncălzirea materialului în regiunea îmbinării la o temperatură până la 200°C care să se păstreze aproape constantă în timpul sudării. Ținând seama că sudarea se face în aer liber în condiții de șantier, pe parcursul sudării mai intervin factori externi ca variații mari de temperatură, curenți de aer forțați etc., aplicarea preîncălzirii este cu atât mai bună justificată și necesară.

Preîncălzirea este un tratament termic care se aplică local în vederea și pe parcursul sudării componentelor care necesită un astfel de tratament. Efectul preîncălzirii se traduce prin reducerea vitezei de răcire, fenomen care are ca efect micșorarea probabilității formării de constituenți structurali duri și fragili. Aplicarea preîncălzirii la sudare mai are ca efect asigurarea unor condiții favorabile transformărilor complete, evitându-se astfel apariția constituenților de tranziție cu grad de plasticitate redus, influențând favorabil totodată reducerea tensiunilor interne, generatoare de fisuri atât în ardura cit și în materialul de bază.

La aceste tipuri de oțeluri (cu granulație fină) metalul de bază poate fiura în timpul sau după sudare, defect care poate avea consecințe dezastruoase, în mod deosebit în cazul acestor două rezervoare destinate depozitării butanului, deoarece poate duce la distrugerea prin rupere fragilă a rezervorului. Cauzele apariției fisurilor în metalul de bază se pot datora: tensiunilor, slăbirii sau aplicării greșite a regimului de sudare, care poate conduce la apariția unor constituenți fragili în sens influențată termic, etc.

Tot la sudarea acestor oțeluri mai poate apărea și o altă formă de fisurare și anume fisurarea sub cordon, în sens de trecere de la cusătură la metalul de bază. Aceste fisuri sînt foarte periculoase prin faptul că producînd o desprindere a cusăturii de metalul de bază, pot provoca ruperi locale care, în cazurile rezervoarelor sferice, pot duce sigur la dezastru prin explozie /32/.

Un alt fenomen ce se poate întâmpla la sudarea acestor oțeluri este cel pe care-l poate provoca un aport prea mare sau prea redus de căldură pe parcursul sudării. În cazul prim pot luarnagtere structuri cu granulație grosolană, care scad proprietățile mecanice, iar în cazul al doilea, se poate produce o creștere a durității și o structură cu constituenți fragili.

Pentru a se putea păstra caracteristici optime în zona de trecere la sudarea structurilor pe șantier a acestor rezervoare, s-a ținut seama că aportul de căldură în urma procesului de sudare să se găsească între 6000 și 20000 Joule/cm.

În lucrarea (32) se dau recomandări, în funcție de limita de curgere și grosime a tablelor, pentru alegerea valorilor temperaturii de preîncălzire, știut în vederea prinderii segmenților în puncte de sudură, cit și în vederea sudării îmbinării acestor structuri, a căror valori pot ajunge pînă la maximum 200°C.

Calculule pe baza carbonului echivalent dau aceleași valori, iar tehnologicul a prescris în tehnologia de sudare ca limită superioară 175°C pe o distanță adiacentă rostului de minimum 250 - 300 mm /32/ /71/.

#### 4.5.2.2. Efectuarea preîncălzirii cu energie electrică.

Preîncălzirea componentelor pentru sudare cu energie electrică pe porțiunea rezervată pentru fiecare sudor în parte a fost asigurată cu o instalație care a cuprins: un redresor de sudare de 1000 A; rezistori electrici și cablu electric de alimentare electrică a redresorului și cele de alimentare a rezistorilor.

Rezistorii de încălzire s-au confecționat pe șantier din fișii de tablă Cr-Nr.18/8 de 2,0 mm grosime, cu o lățime de 25 mm.

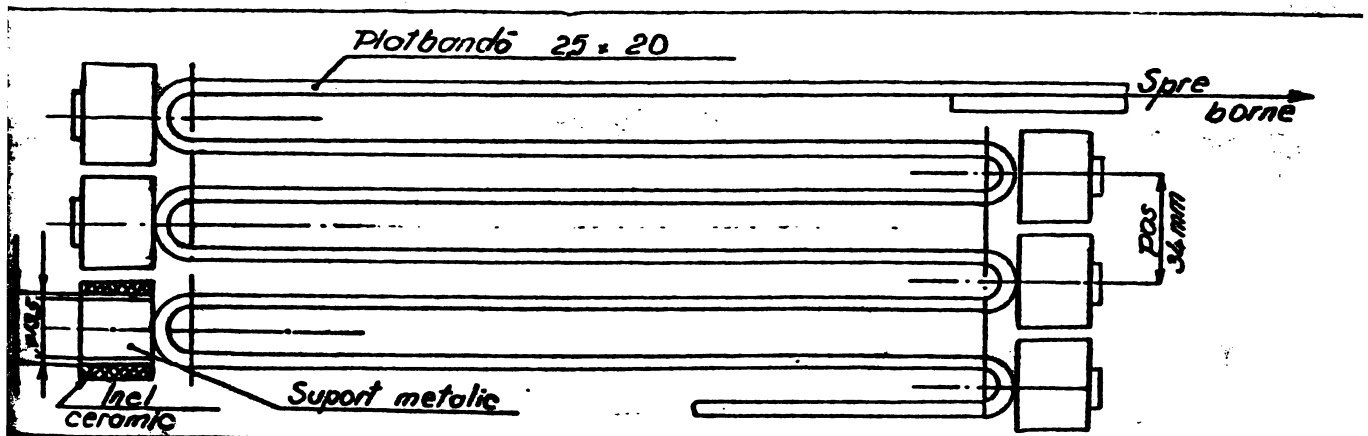


Fig. 4.1. Rezistor format din 22 bucle din bandă de oțel Cr Nr.18/8 de 25 mm lățime x 2,5 mm grosime.

Determinarea valorii rezistenței electrice a benzii s-a calculat astfel:

$$R = \rho \frac{l}{s} \text{ în care}$$

$R$  = rezistența electrică a benzii, în  $\Omega$  ;  
= rezistivitatea materialului, în  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  ( $\rho = 0,852 \text{ mm}^2/\text{m}$ );  
 $l$  = lungimea benzii în m;  
 $s$  = secțiunea în  $\text{mm}^2$ .

Se cunoaște că valoarea rezistenței electrice crește odată cu creșterea temperaturii. Coeficientul de variație a rezistenței cu temperatura pentru materialul Cr-ni 18/8 are valoarea  $\alpha = 9 \times 10^{-4}$

Tinând seama că rezistența lucrează la o temperatură de cca.  $900^\circ\text{C}$  valoarea rezistenței va fi:

$$R_T = R(1 + \alpha \cdot \Delta T) \text{ în care:}$$

$$T = 900 - 20 = 880^\circ\text{C} \text{ (} 20^\circ\text{C} \text{ reprezintă temperatura mediului ambient)}$$

$$R_T = R(1 + 880 \cdot 9 \cdot 10^{-4}) = 1,79 R$$

Pentru lungimea de 1,00 m a benzii, valoarea rezistenței este:

$$R = 0,8 \frac{1}{50} = 0,016 \Omega$$

$$R_T = 1,79 \cdot 0,016 = 0,0286 \Omega$$

Densitatea de curent admisă la acest material este de  $4 \text{ A/mm}^2$  în care cas curentul maxim ce trece prin rezistor este de 200 A, iar tensiunea necesară pentru a asigura curentul maxim printr-un rezistor cu lungimea benzii de 1,00 m va fi:

$$U = RI = 0,0286 \cdot 200 = 5,72 \text{ V.}$$

Puterea electrică necesară pentru lungimea de îmbinare pentru un sudor:

1) Energia electrică introdusă în elementele structurii de îmbinant (3,00 m lungime de îmbinare) /33/; /39/; /94/;

$$E = S(h + 20 \text{ S.L.T.l.}, 12 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}) \text{ în care:}$$

$S$  = grosimea materialului de încălzit, în cm;

$h$  = lățimea fișei de încălzit pentru sudare, în cm;

$I$  = lungimea fișei de încălzit pentru sudare, în cm;

$T$  = temperatură maximă în  $^\circ\text{C}$  la care trebuie încălzită fișa;

$$E = 3(30 + 20 \cdot 3) \cdot 300 \cdot 200 \cdot 1,12 \cdot 10^{-6} = 18 \text{ kWh}$$

2) Puterea electrică necesară pentru compensarea pierderilor disipate prin segmentii de îmbinat prin sudare:



$$P_p = L \cdot T \cdot 42 \cdot 10^{-6} \text{ Kw}$$

$$P_p = 900 \cdot 200 \cdot 42 \cdot 10^{-6} = 2,52 \text{ Kw}$$

3) Puterea electrică necesară pentru compensarea pierderilor de căldură disipate prin izolație:

$$P_i = \frac{(h + 20 \text{ g}) \cdot L \cdot T \cdot 42 \cdot 10^{-6}}{X} \text{ în care:}$$

X - grosimea materialului izolant (minimum 15 cm)

$$P_i = \frac{(90 + 20 \cdot 3) \cdot 900 \cdot 200 \cdot 42 \cdot 10^{-6}}{15} = 1,52 \text{ Kw}$$

Puterea totală necesară pentru preîncălzire:

$$P_t = \frac{E}{t} + P_p + P_i \text{ în care:}$$

t = 1,5 h, este timpul necesar pentru ridicarea temperaturii până la 175 - 200°C.

$$P_t = \frac{16}{1,5} + 2,52 + 1,52 = 16 \text{ Kw}$$

Determinarea lungimii necesare a benzii rezistorului s-a calculat în felul următor:  $L_r = 3000 \text{ mm}$

Numărul de bucle =  $\frac{3000}{34} = 88$  bucle (34 mm reprezintă valoarea minimă a distanței dintre două bucle).

Lungimea totală a benzii = 88 · 213 mm = 19 m. (213 mm reprezintă lungimea benzii unei bucle).

Tensiunea de alimentare necesară = 19 · 5,72 = 109 V.

În construcție, pentru preîncălzirea porțiunii de sudare pentru fiecare sudor s-au folosit câte 4 rezistori și câte 22 bucle fiecare (Fig. 4.1) legați în paralel la bornele de ieșire ale sursei, tensiunea pentru fiecare rezistor fiind de  $\frac{109}{4} = 27,2 \text{ V}$ . Valoarea totală

a curentului absorbit a fost de 200 · 4 = 800 A pentru un sudor.

Din calculele de mai sus s-a reieșit puterea electrică totală necesară pentru preîncălzirea porțiunilor pe care le sudază cei 10 sudori care au executat concomitent îmbinările sudate ale sferei, și anume: 10 · 16 = 160 Kw.

Această putere a impus folosirea concomitentă a 10 surse de tip redresor, cu următoarele caracteristici:

- tip R5AN - 1000
- tensiunea de alimentare 3 x 380 V; 50Hz
- curent maxim absorbit 110 A

- tensiunea redresată în gol 60 V  $\pm$  5 V
- curent maxim de sudare 1000 A la DA 80 %
- curent de sudare 900 A la DA 100 %
- tensiunea de lucru convențională pentru I = 600 A 44 V
- caracteristica externă  $S = f(I)$  rigidă, ușor căștoare.

#### 4.5.3. Îngusirea, îmbunătățirea și aplicarea corectă a tehnologiei de sudare.

##### 4.5.3.1. Măsuri luate pe șantier.

Asamblarea prin sudare a rezervoarelor sferice în condiții de șantier este una dintre cele mai importante secțiuni de tehnologie aplicată din cadrul industriei chimice și petrochimice din cauza urmărilor catastrofale pe care le-ar putea cauza o avarie în timpul exploatarei, fiind ar scieunele meștile toxice, inflamabile și explozive, în cadrul unei instalații în funcțiune.

În vederea prevenirii unei astfel de posibilități, s-au preconizat și luate măsuri speciale pentru montarea și sudarea rezervoarelor sferice, aplicate și urmărite cu deosebită grijă și răspundere de către factorii interesați, atât înainte de începerea procesului de sudare, pe parcursul acestuia, cât și după terminarea acestuia până în momentul recepției definitive și predării la beneficiar.

Din experiența câpătată pe șantiere pe parcursul anilor și a datelor informaționale culese de proiectanți și de către alți factori interesați, s-au acumulat și selecționat cele mai potrivite, pe care s-au fundamentat tehnologiile de sudare și montaj în condiții de șantier, a acestor recipiente. Dintre măsurile luate pe șantier se prezintă cele care par mai importante /29/; /31/; /71/; /114/:

- îmbinările sudate s-au executat cu procedeul manual prin topire electrică cu electrozi înveliți; marginile au fost pregătite în X asimetric; îndepărtarea stratului de rădăcină a sudurii s-a făcut cu procedeul arc-ox; dimensiunile restului au fost conform cu cele prevăzute în proiectul de execuție, iar tehnologia de sudare aplicată a fost experimentată și omologată în conformitate cu instrucțiunile ISCIR CR - 73 și avizată sub nr. 3283/1975;

- deschiderea resturilor care au depășit în anumite posturi valorile din proiect, dar nu mai mare de 10 mm, provenite din cauza unor nepotriviri la așezarea segmentelor; s-au executat deșezarea pe baza unei tehnologii experimentate și omologate conform instrucțiunilor ISCIR și avizate sub nr. 3397/1975;

- s-au folosit 10 sudori autorizate în conformitate cu instrucțiunile ISCIR C9-71, ca fiind cel mai potrivit unar pentru compensarea deformărilor și accelerarea lucrărilor de sudare;

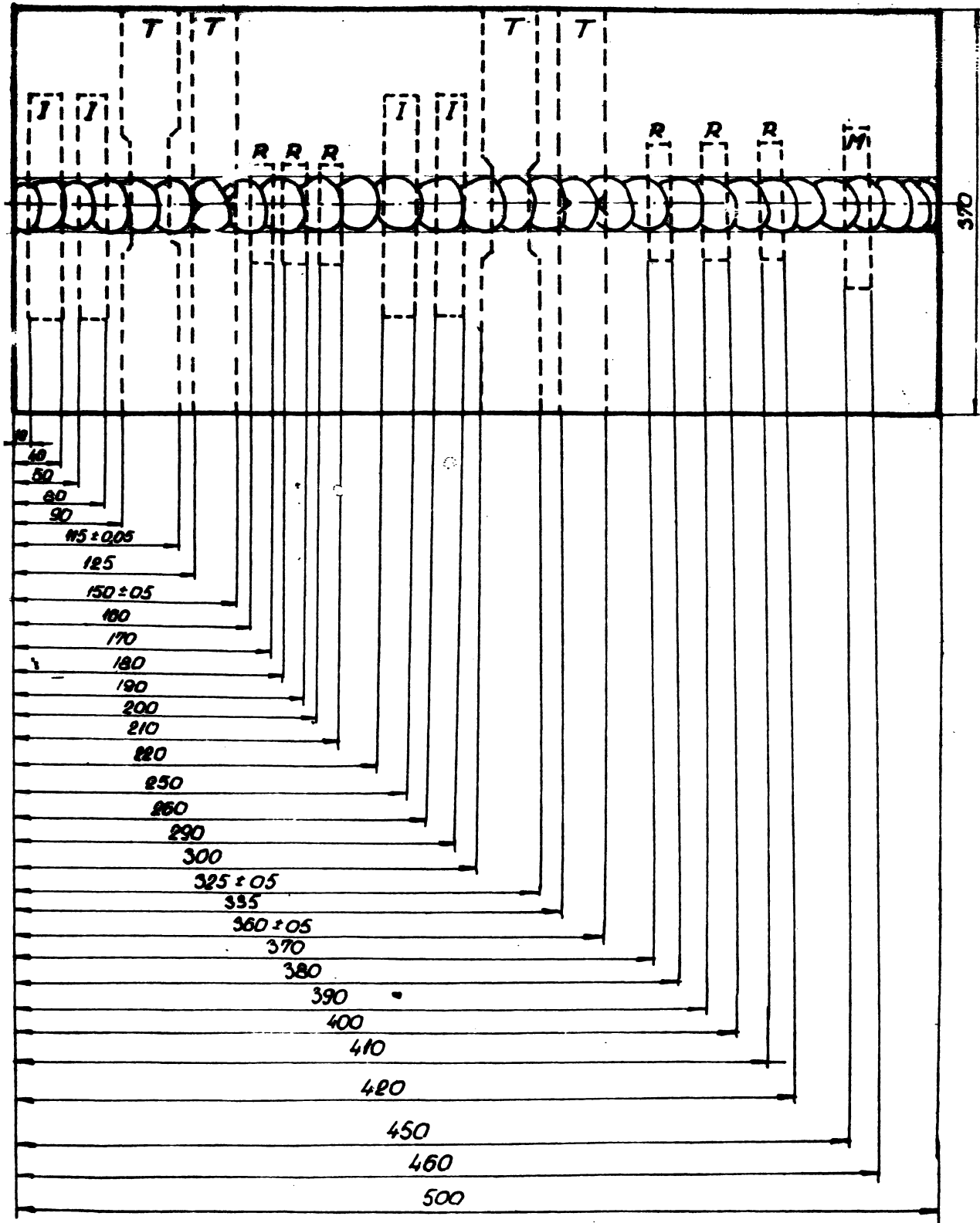
- s-a verificat indemnarea, respectiv testarea sudorilor și s-a însușit tehnologia de sudare omologată prin probe executate pe plăci de către fiecare sudor pe care le-au peansonat conform instrucțiunilor ISGLA C4-73, peansoane care s-au cătat și sudurile executate de fiecare sudor pe rezervor;

- s-a sudat, fără măsuri de acoperire a afelei pusă la o temperatură de + 5°C;

- s-a sudat în aer liber pe timp liniștit; pe timp de vânt și precipitații afelele s-au acoperit cu prelate; sub temperatură de + 5°C nu s-a sudat;

- preincălzirea s-a făcut cu energie electrică, cu rezistori;

- s-a întocmit registrul de sudură în care s-au consemnat controlarele pe faze de operații; regimul aplicat; abaterile de la prescripțiile tehnologice, etc.; data prelucrării tehnologiei de montaj și sudare cu tot personalul care a concurat la lucrările de montaj și sudare: controlori, sudori și personal de îndrumare și supraveghere, precum și responsabilitățile conform instrucțiunilor ISCIR C4 - 73.



Legenda :

- I - epruveta pt. indoire
- T - " " pt. tracțiune
- R - " " pt. reziliență (incov. la soc)
- M - " " pt. studiul microscopic și durimetrie

Fig.4.2. Modul de prelevare a epruvetelor pentru încercarea îmbinărilor sudate.

#### 4.5.3.2. Atestarea sudorilor autorizați ISCIR și însușirea tehnologiei aplicate de sudare.

Cercetarea testării sudorilor autorizați pentru a selecționa 10 dintre cei mai buni necesari sudării sferelor, precum și a însușirii tehnologiei de sudare și îmbunătățirea parametrilor de sudare, au cuprins studii asupra realizării următoarelor faze:

- s-au executat plăci din material B 36S de 500 x 370 x 30 mm pentru probele de testare a sudorilor și probe martor de 2000 x 370 x 30 mm pentru fiecare din cei 10 sudori reținuți dintre cei testați pentru sudarea sferelor. Plăcile asamblate prin puncte de sudură provizorie s-au sudat pe jumătate de către fiecare sudor. Această operație s-a executat după ce fiecare sudor a sudat o lungime de fabricare de cca. 20 m, casalaltă de 1000 mm lungime urmând a se suda în cazul obținerii unor probe neconcludente. Fig. 4.2.

- prelucrarea plăcilor s-a făcut mecanic, marginea care va forma rostul cu perechea respectivă, în X simetric;

- au fost recrutați pentru testare un număr de 19 sudori autorizați ISCIR și după obținerea rezultatelor încercărilor mecanice pe 680 epruvete pentru probele cerute de esietul de sarcini, au fost reținuți ca fiind corespunzători 10 sudori;

- sudarea plăcilor pentru testare s-a efectuat cu respectarea tuturor prescripțiilor prevăzute în tehnologia de sudare avizată de ISCIR; s-a curățat regiunea sudării de grăsinii, oxizi și alte impurități; electrozii s-au uscat în cuptorul de uscat electrozi la 250 - 300° timp de două ore înainte de a fi folosiți la sudare; plăcile s-au preîncălzit electric cu rezistori la o temperatură de 150 - 175°C, controlată cu creioane termocron; s-a sudat cu parametri tehnologici cuprinși între limitele valorilor medii, prevăzuți în tehnologia de sudură avizată de ISCIR; prinderea în puncte de sudare s-a făcut pe deschiderea mică a rostului la temperatura de preîncălzire pentru sudare (Fig. 4.3.);

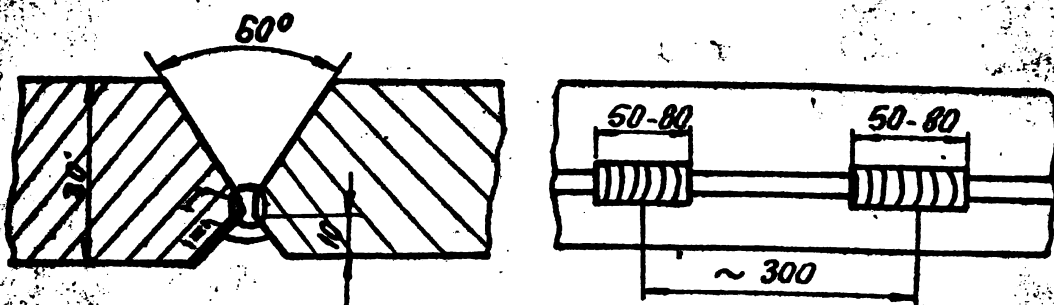


Fig. 4.3 Prinderea în puncte de sudură provizorie

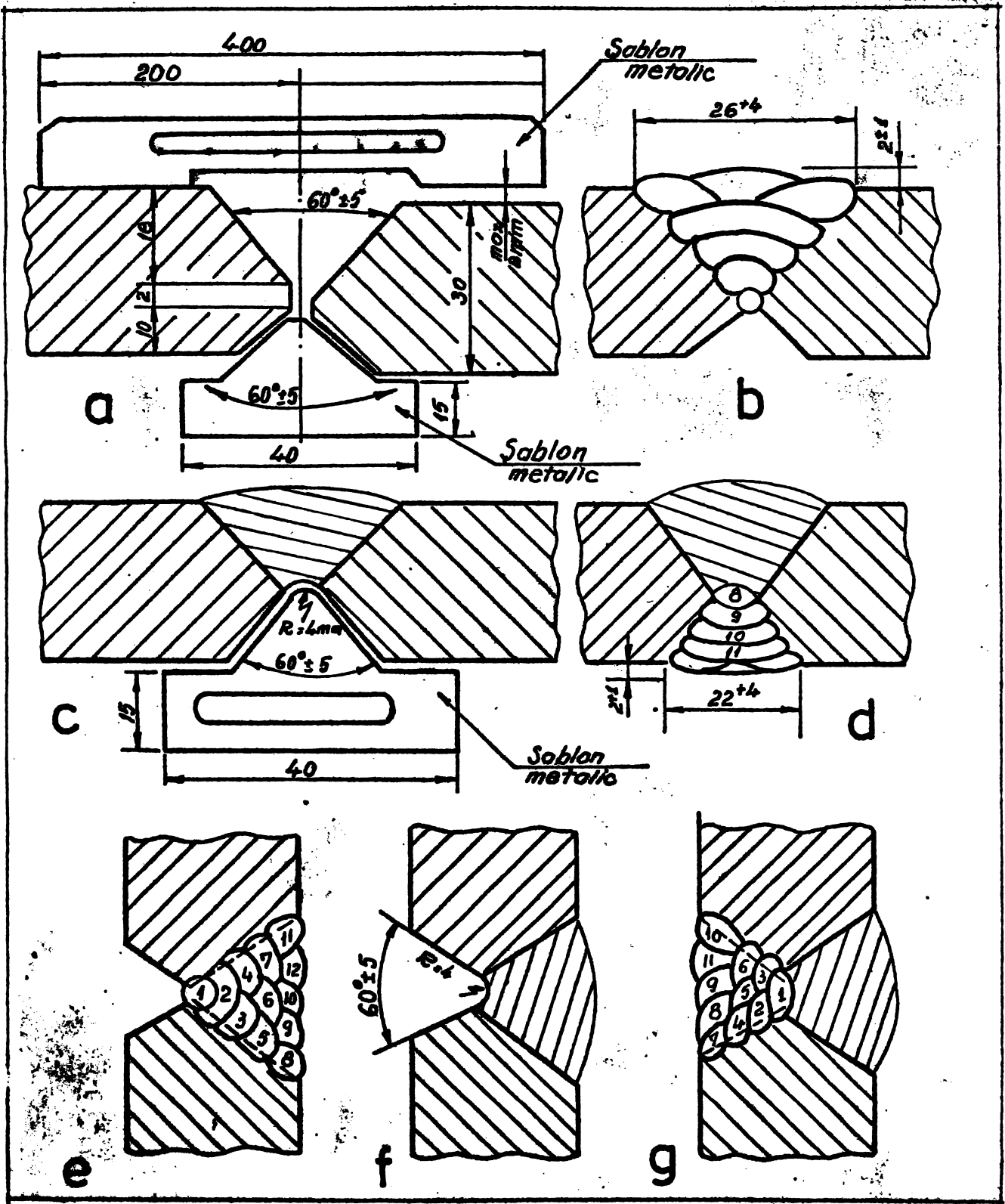


Fig. 4.4. Controlul rostului cu jaloane metalice, etapele, numărul și modul de depunere a trecerilor. a) Verificarea rostului înainte de sudare; b) Ordinea de depunere a trecerilor pe deschiderea mare, poziția de sudare vertical ascendent; c) scobirea cu arc-șer, polizarea rădăcinii și verificarea formei rostului; d) completarea sudurii verticale, ascendent; - e) ordinea de depunere a trecerilor pe deschiderea mare, orizontal în plan vertical; - f) scobirea cu arc-șer și polizarea rădăcinii; g) ordinea de depunere a trecerilor pe deschiderea rostului.

- după fiecare strat, s-a curățit șgura cu polizorul de mare turajie pînă la luciu metalic; controlul dimensiunilor rostului s-a făcut cu șgeloane metalice, înlăturarea trecerii de rădăcină, cu procedeu arc-ser la care s-a aplicat regimul prevăzut pentru întregă șferă, după care regiunea respectivă a rostului s-a polizat la luciu metalic, iar ordinea de sudare, numărul de treceri și rinduri s-au executat cum se arată în fig. 4.4;

- după sudare, atit probele pentru testare, cit și cele martor, s-au controlat vizual, cu lichide penetrante și 100 % cu radiații penetrante;

- la probele de testare a sudurilor s-au făcut încercări fizico-mecanice la tracțiune a îmbinării sudate de îndoire pe ambele fețe a îmbinării; încercarea de încovoire prin șoc (reziliența) la - 30°C în sudură - superior și inferior - , în ZIT - superior și inferior; în metalul de bază, precum și determinarea durității în sudură, în ZIT și în materialul de bază;

- la probele martor s-au făcut aceleși categorii de încercări, la care s-a mai adăugat încercarea la tracțiune a materialului depus și examinările metalografice (micro-macro structură);

- pe fiecare placă de probă s-a marcat numărul șarpei, șmarca oșelului, numărul de fabricație al recipientului, șansonul sudurului, șansonul organelui C.T.C.; ultimele două s-au marcat și pe fiecare epruvetă după trasarea acestora, înainte de tăiere și prelucrare.

#### 4.5.4. Determinarea caracteristicilor mecanice și metalografice ale îmbinărilor sudate.

Ca ajutorul încercărilor fizico-mecanice s-a urmărit și rezolvat între altele, testarea și selecționarea dintre cei mai buni a 10 sudori pentru sudarea șferelor; s-au verificat și reținut pentru sudare cei mai buni parametrii de sudare și s-au rezolvat documentele tehnice referitoare la sudare pentru cartea tehnică a recipientilor.

Aceste încercări și controale au înlăbat următoarele categorii (116);

1) Controlul cu lichide penetrante și cu radiații gama 100 % a îmbinărilor sudate.

2) Încercări la tracțiune a îmbinărilor sudate

Acestea s-au făcut pe epruvete plate conform instrucțiunilor ISIRI C4 - 75 pct. 348, 349, 386; SIAȘ 5540 - 75, SIAȘ 7324 - 75 și SIAȘ 200 - 75.

Pentru încercări s-a folosit o presă de 100 tf, tip VEB Werkstattprüffmaschine Leipzig - R.D.G., inclusă în cl. I. de precizie, respectându-se condițiile tehnice de încercare la tracțiune a metalelor pentru determinarea caracteristicilor mecanice uzuale conf. STAS 200 - 75 în condițiile atmosferei de încercare, conform STAS 6300/64.

Valorile obținute pentru fiecare sudor din probele martor pe cîte o epruvetă sudată în poziția cap la cap vertical ascendent și peste cap sînt cele din tabelul 4.1. Se menționează că toate valorile sînt corespunzătoare, avînd fiecare valoare peste limita minimă a materialului de bază.

TABELUL 4.1.

Valorile obținute la încercările de tracțiune a îmbinărilor sudate efectuate de cei 10 sudori atestați STAS 5540 - 73 și C4 - 73. Materialul M1 36 S; electrod 461 SHV1; procedeu de sudare: manual prin topire electrică.

Nr. crt.	Poziția sudare	Secțiunea epruvetei	Locul de preluare	Rezultate		Locul ruperii	Caract. ruperii
				Pr (daN)	σ <sub>r</sub> (daN/mm <sup>2</sup> )		
1	0895	VA	900	Probe martor	51000	56,67	mat. bază tenace
2		PC	900	"	50000	55,56	" " "
3	0825	VA	900	"	53000	58,89	" " "
4		PC	900	"	51300	57,22	" " "
5	1385	VA	900	"	50000	55,56	" " "
6		PC	900	"	49500	55,00	" " "
7	C 15	VA	900	"	50000	55,56	" " "
8		PC	900	"	49500	55,00	" " "
9	131 F	VA	900	"	50200	55,78	" " "
10		PC	900	"	51000	56,67	" " "
11	143 S	VA	900	"	50000	57,47	" " "
12		PC	900	"	50000	55,56	" " "
13	148 S	VA	900	"	53000	58,89	" " "
14		PC	900	"	50000	55,56	" " "
15	C/13	VA	900	"	49500	55,00	" " "
16		PC	900	"	49500	55,00	" " "
17	A2/88	VA	900	"	49300	54,78	" " "
18		PC	950	"	54500	58,60	" " "
19	A:1	VA	900	"	51200	56,89	" " "
20		PC	930	"	54600	58,80	" " "



Legenda: VA - vertical ascendent; PC - peste cap

Limitele rezistenței la rupere garantate de producător:

52 - 62 daN/mm<sup>2</sup>;

3) Incercări la tracțiune a metalului deșus.

Incercările s-au efectuat pe epruvete rotunde, conforma instrucțiunilor ISCIR C4-73 punctele 348, 350, 387 și STAS 5540 - 73; s-a determinat rezistența de rupere la tracțiune /daN/mm<sup>2</sup>; rezistența la curgere /daN/mm<sup>2</sup> și alungirea %/. Rezultatele obținute de fiecare din cei 10 sudori sînt cele din tabelul 4.2.

TABELUL 4.2.

Valorile obținute de încercările de tracțiune a metalului deșus de cei 10 sudori atestați, STAS 5540 - 73 și C4 - 73. Electrozi 461 SHV1; procedeul de sudare: manual prin topire electrică.

Nr. crt.	Pos. sudare	Pos. de Diam. epruv. de prov (mm <sup>2</sup> )	Locul de levare	Curgerea		Ruperea		A5 (%)	Carac. ruperi	
				Pe /daN/	σ <sub>c</sub> /daN/mm <sup>2</sup>	Pr /daN/	σ <sub>r</sub> /daN/mm <sup>2</sup>			
1	089S	VA	10	probe	3850	49,04	4670	59,49	19,4	ten.
2		PC	10	martor	4300	54,78	4850	61,78	20,1	"
3	082S	VA	10	"	4100	52,23	4750	60,51	19,8	"
4		PC	10	"	4050	51,23	4600	58,60	19,2	"
5	138S	VA	10	"	4150	52,87	4700	59,87	19,7	"
6		PC	10	"	4200	53,50	4630	58,98	19,6	"
7	C/5	VA	10	"	4650	59,24	5100	64,57	21,7	"
8		PC	10	"	3900	49,70	4700	59,87	19,5	"
9	131F	VA	10	"	4450	56,69	4980	63,44	21,1	"
10		PC	10	"	4000	51,00	4700	60,90	19,8	"
11	143S	VA	10	"	4380	54,78	4730	60,51	20,6	"
12		PC	10	"	4400	56,05	4930	63,06	21,4	"
13	148S	VA	10	"	3850	50,30	4600	58,60	19,6	"
14		PC	10	"	4050	51,60	4650	59,20	20,4	"
15	C/13	VA	10	"	3850	49,04	4650	55,20	19,2	"
16		PC	10	"	3850	49,04	4700	59,87	20,0	"
17	A2/88	VA	10	"	4150	52,89	4750	60,51	19,9	"
18		PC	10	"	4300	54,78	4750	60,51	19,7	"
19	W41	VA	10	"	3900	49,70	4700	59,90	20,4	"
20		PC	10	"	4350	55,41	4850	61,53	21,1	"

VALORILE OBTINUTE LA ÎNCERCĂRILE DEÎNCOVIERE PRIN ȘOC LA -30°C PE EPRUVETE DIN OTEL

BH 36 SUDATE CU ELECTROZI 431 SH V1

Nr. crt.	Pondus	Loc de Prelevare			Energie de rupere [daJ]				Rezilienta KCV [daJ/cm <sup>2</sup> ]			
					MB		ZIT	MA	MB		ZIT	MA
					Er. individuale	mediu	E mediu	E mediu	KCV individuale	mediu	KV Individuale	KV mediu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	089-S	Probă mortar	VA	Fi	6,6	6,4	4,8	8,53	8,25	8,00	6,0	10,60
					7,2							
				Fe	5,4							
			PC	Fi	5,4	5,93	5,9	8,6	6,75	7,42	7,38	10,70
					4,8							
				Fe	7,6							
2	082-S	Probă mortar	VA	Fi	7,3	8,33	6,47	9,2	9,13	9,16	8,09	11,5
					8,5							
				Fe	6,2							
			PC	Fi	10,6	9,33	5,73	6,87	13,25	11,66	7,16	8,59
					8,4							
				Fe	9,0							
3	138-S	Probă mortar	VA	Fi	6,6	6,6	5,9	9,83	8,25	8,25	7,38	12,20
					8,4							
				Fe	4,8							
			PC	Fi	4,4	7,13	7,63	9,76	5,5	8,91	9,54	12,10
					7,2							
				Fe	9,8							
4	C 15	Probă mortar	VA	Fi	4,3	4,57	4,8	9,67	5,38	5,71	6,0	12,00
					3,8							
				Fe	3,6							
			PC	Fi	6,2	5,13	5,73	9,13	7,75	6,41	9,16	11,4
					4,4							
				Fe	4,8							
5	131-F	Probă mortar	VA	Fi	6,6	5,20	4,40	6,40	8,25	6,5	5,5	8,0
					4,8							
				Fe	4,2							
			PC	Fi	7,0	6,73	9,93	10,73	8,75	8,41	12,41	13,4
					3,8							
				Fe	3,4							
6	143-S	Probă mortar	VA	Fi	4,5	7,1	5,87	6,77	5,63	8,88	7,34	8,40
					7,8							
				Fe	9,0							
			PC	Fi	4,2	7,13	6,4	6,23	5,25	8,91	8,0	7,75
					8,8							
				Fe	8,4							
7	148-S	Probă mortar	VA	Fi	8,0	6,8	3,5	2,97	6,25	8,5	4,38	3,71
					7,0							
				Fe	8,4							
			PC	Fi	8,4	7,87	13,47	8,07	10,5	9,84	16,84	10,0
					8,0							
				Fe	7,2							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	C 13	Probă mortar	VA	Fi	6,2	6,23	7,63	10,37	8,5	7,79	9,54	12,96
				Fe	7,4							
				Fe	5,1							
			PC	Fi	5,3	4,97	7,20	7,23	6,63	6,21	9,0	9,04
				Fe	5,5							
				Fe	4,1							
9	A2-88	Probă mortar	VA	Fi	7,0	7,8	5,07	6,33	8,75	9,5	6,34	7,91
				Fe	8,2							
				Fe	7,6							
			PC	Fi	4,5	4,77	6,97	5,5	5,63	5,96	8,71	6,88
				Fe	4,4							
				Fe	5,4							
10	W-41	Probă mortar	VA	Fi	8,8	8,87	7,03	4,47	11,0	11,09	8,79	5,59
				Fe	8,4							
				Fe	9,4							
			PC	Fi	7,8	8,13	13,2	9,73	9,75	10,16	16,5	12,16
				Fe	7,4							
				Fe	9,2							

Material:

-BH 36 S;

-Electrozi 461 SHV1.

#### 4) Incercări de indoire la rece

Această categorie de încercări s-a efectuat conform instrucțiunilor ISCIR C4 - 75 punctele 348;- 351; 388; STAS 7540 - 75, STAS 777 - 75 și STAS 7342 - 75. Epruvetele au avut dimensiunile 30 x 30 x 300 mm; unghiul de indoire  $180^\circ$  pe dorn cu  $\phi$  90 mm. Incercarea s-a făcut pe ambele fețe și nu s-au admis apariția de fisuri la un unghi mai mic de  $180^\circ$ . Fig. 4.5.

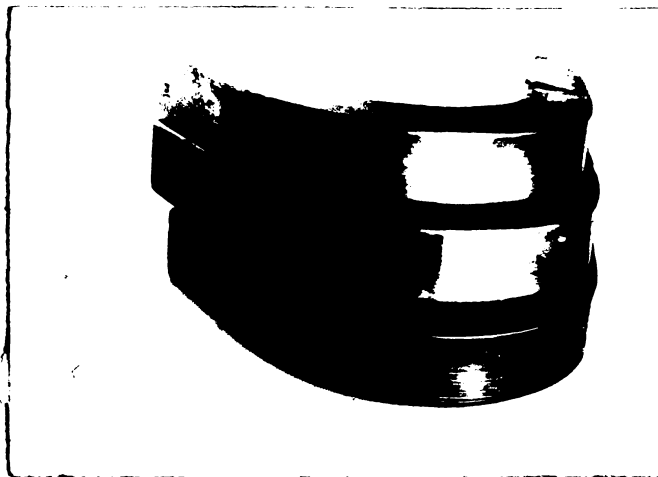


Fig. 4.5. Aspectul epruvetelor după efectuarea probei de indoire.

Toate epruvetele s-au prelevat din plăci mator care au fost sudate de cei 10 sudori testați pentru această lucrare și indoite la  $180^\circ$  nu au prezentat nici o fisurare, după cum se constată în Anexa

#### 5. Incercări de încovoiere prin soc (reziliență)

Incercările s-au realizat conform Instr. ISCIR C4 - 75 punctele 348, 352, 389, 393 C, STAS 5540 - 75, STAS 7524 - 75, STAS 6855 - 70 și STAS 7511/75 pe ambele fețe ale îmbinării sudate. Pentru fiecare față creștătura a fost făcută în cusătură, în ZIT și în MB.

Temperatura de încercare a fost de  $-30^\circ\text{C}$  realizată de un mediu de oxigen lichid și acetona.

Pentru încercări s-a folosit un ciocan pendul tip VEB Verketopffprüfmaschine - R.D.G. cl. I. de precizie.

Valorile încercărilor de epruvete sudate în pozițiile verticale accident VA și peste cap PC de cei 10 sudori testați și acceptați la sudarea sferelor sunt redată în tabelul 4.3.

Materiulul din care s-au prelevat epruvetele a fost oțelul de import BH 365, electrozi 451 SHV1 Phönix Union. Acestea s-au executat la creștătura în V conform STAS 7511/75 și au fost prelevate conform STAS 5540 - 75 C4 - 75 și sudate de cei 10 sudori testați și acceptați să sudeze la sferă.

6. Incercările de duritate, s-au făcut prin întrebuințarea probei metalografice pe epruvete care au cuprins întreaga secțiune transversală a cusăturii. Incercările s-au făcut conform cu instrucțiunile ISOAR C4 - 73 punctele 348, 354, 392 STAS 5540-73 și STAS 5976 - 71 în cusătură, ZIT și materialul de bază. Incercările s-au făcut cu un durimetru, cl. I de precizie prin metoda Vickers cu o sarcină de 5 daN.

În fig. 4.6 și 4.7 se arată zonele marcate cu cifre unde s-au plasat impresiunile și s-au citit valorile din tabelul 4.4. pe epruvete metalografice în poziția cap la cap vertical ascendent și peste cap prelevate din plăci martor, sudate de doi dintre cei 10 sudori testați și acceptați la sudarea rezervorului, cu poansonenele 082 S și 089 S.

Valorile încercărilor de duritate pe probe martor executate de ceilalți 8 sudori se arată în anexele cu mențiunea că toate rezultatele sînt corespunzătoare.

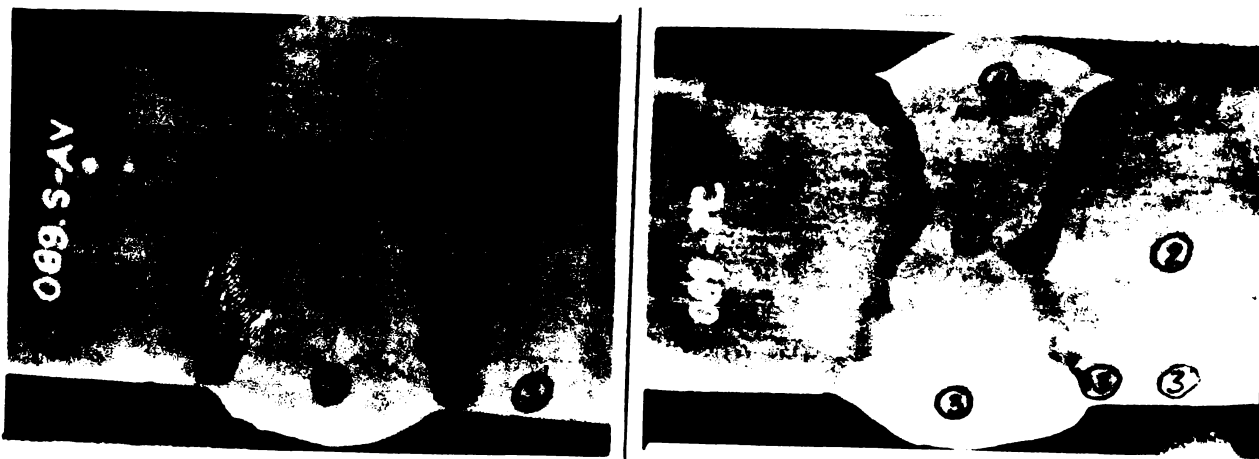


Fig. 4.6. - Marcarea prin cifre a locului de amplasare a impresiunilor în cordon, în ZIT și în MB pentru determinarea valorilor durității cu metoda Vickers HV5, pe epruvete metalografice sudate vertical ascendent VA și peste cap PC de sudorul cu poansonul 089 S. Valorile citite sînt redete în tabelul 4.4.

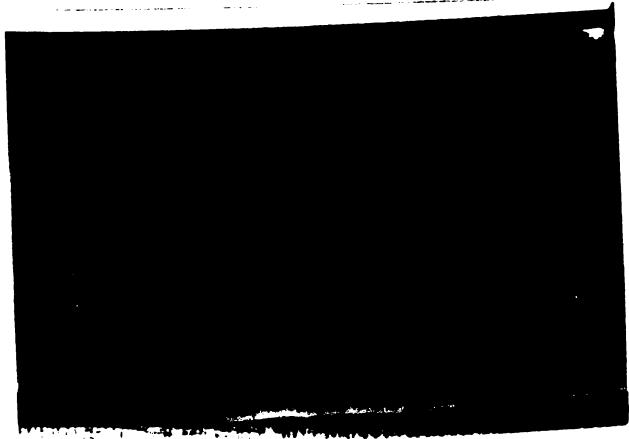
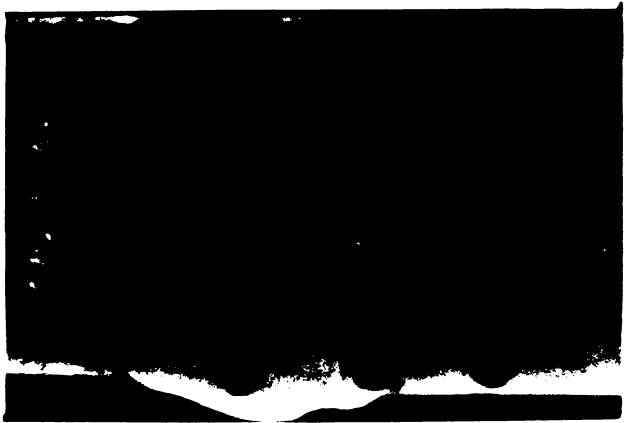


Fig. 4.7. - Mărcarea prin cifre a locului de suplașare a impresiunilor în cordon, în ZIT și în MB pentru determinarea valorilor durității cu metoda Vickers HV5 pe epruvete metalografice sudate vertical ascendent VA și peste cap PC de suderul cu poansonul 082 S.

TABELUL 4.4.

Valorile durităților Vickers HV5 citite în punctele marcate în figurile 4.8 și 4.9 pozițiile de sudare VA și PC pe epruvetele executate de suderii cu poansonul 089 și 082 S SPAS 5540 - 73; STAS 5976 - 71; C4 - 73.

Nr. crt.	Poan- suda	Poziția de sudare	Duritatea		HV5			
			Metal de bază	ZIT	Metal de adău			
			V a l o r i					
			unitare	mediu	unitare	mediu		
1.	089S	Vertical	191		221		212	
		Ascendent	187	180	224	231,33	208	208
		VA	182		225		204	
		Peste cap	165		225		205	
		cap	180	174,33	212	223,69	199	201
		P.C.	175		234		201	
2.	082S	Vertical	172		234		199	
		ascendent	158	170,33	229	232,35	192	194,67
		VA	158		234		193	
		Peste cap	180		232		185	
		cap	165	178,33	229	232,35	185	182,33
		P.C.	175		236		178	

Material : EN76 S  
 Electrozi: 461 SHV1 Phoenix Union RFG  
 Sarcina aplicată 5 daN  
 Limita maximă cf. C4 - 73 : 350 HV5

## 7. Analize și examinări metalografice macro și micro structurale.

Analizele și examinările metalografice macro și micro structurale s-au făcut pe epruvete prelevate din probe martor sudate de fiecare sudor în parte în conformitate cu instrucțiunile IACIR C4 - 73 punctele 353, 390, 391 și SISO 4203 - 73, în materialul de bază ZIT și cusătură.

Examinările microscopice s-au făcut pe epruvete metalografice în scopul depistării defectelor de sudare în îmbinarea sudată, pe cîte două epruvete de fiecare sudor, una pentru sudarea în poziție cap la cap verticală ascendentă și a doua în poziție peste cap Fig. 4.8 și Fig. 4.9 sudate de sudorii cu poanson 089 și respectiv 082.

Examinările microscopice au urmărit pe lîngă completarea celor macroscopice, evidențierea constituenților structurali produși de influența ciclului termic la sudare, mărimea grăunțiilor și depistarea unor eventuale microdefecte. Ele s-au făcut în zonele marcate cu cifre pe epruvete sudate de sudorul cu poanson 089 S din fig. 4.8 și 4.9 pentru poziția VA și rezultatele se prezintă Fig. 4.10 - Fig. 4.15. În fig. 4.16 - Fig. 4.21 se prezintă macrostructurile pe epruvete sudate pe poziție PC de acelaș sudor. În fig. 4.22 - Fig. 4.27 se prezintă microstructurile de pe epruvetele sudate de sudorul 082S în poziția VA și în fig. 4.28 - Fig. 4.33 se prezintă microstructurile sudate în poziția PC de acelaș sudor.

Rezultatele examinărilor macro și microscopice ale epruvetelor arătate mai sus se redau în tabelul 4.5.

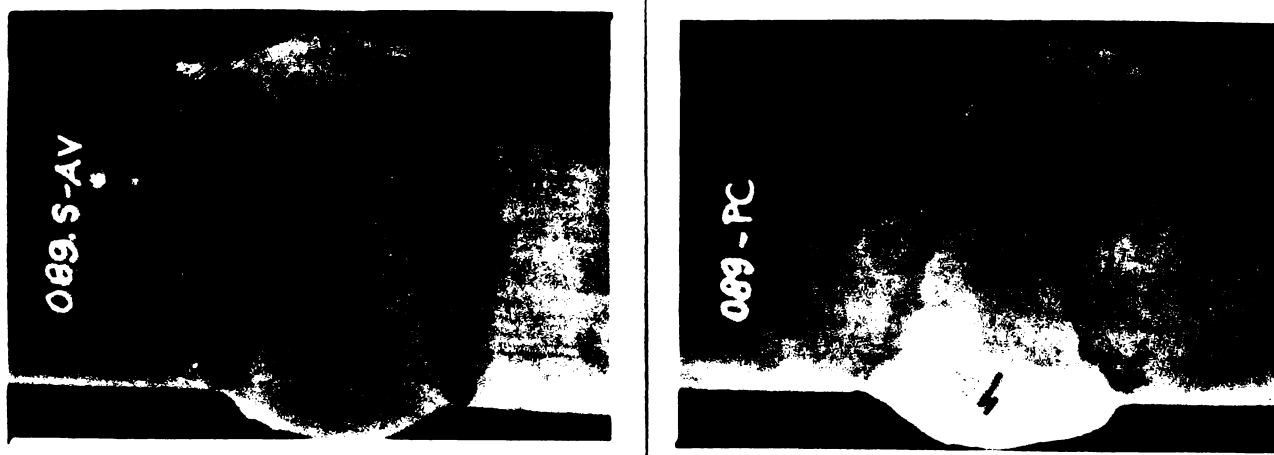


Fig.4.8. - Macrostructura epruvetelor 089S în poziția VA și PC și marcarea punctelor prin cifre a zonelor examinate microscopic, nitel 4 X.

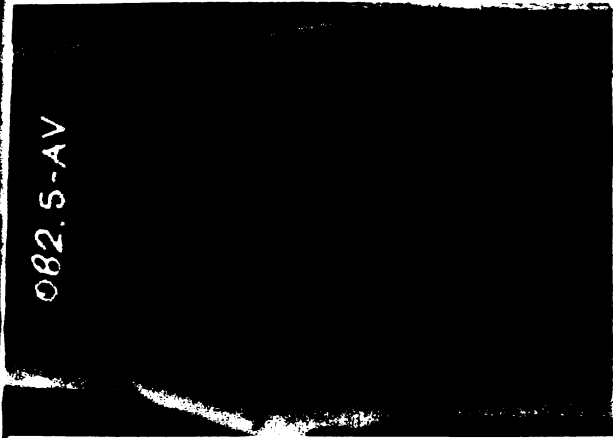


Fig. 4.9. - Macrostructura epruvetelor 082S in pozitia VA si PC si marcareea punctelor prin cifre a sonelor examinate.

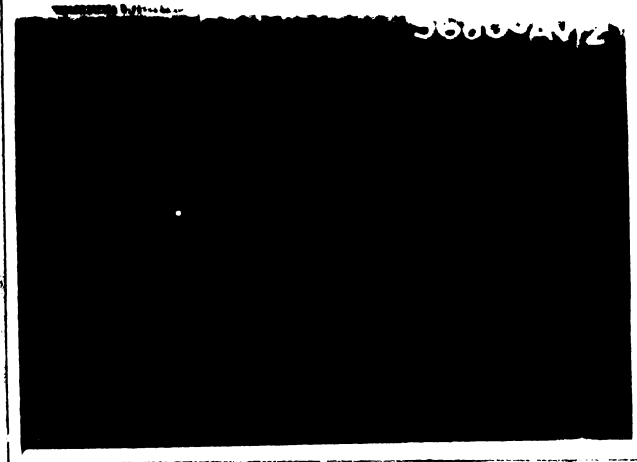
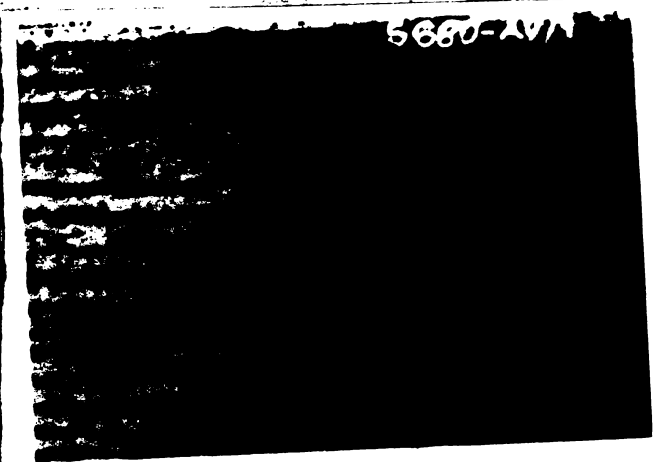


Fig. 4.10. - Microstructura in epruvetă 089S sudată VA, x 100 sens 1, atac nital 2 %.

Fig. 4.11 - Microstructura in epruvetă 089S, sudată VA, x 100 sens 2, atac nital 2 %.

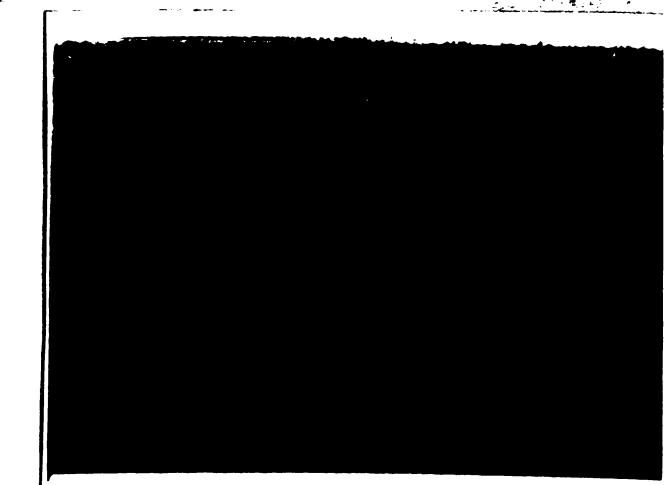
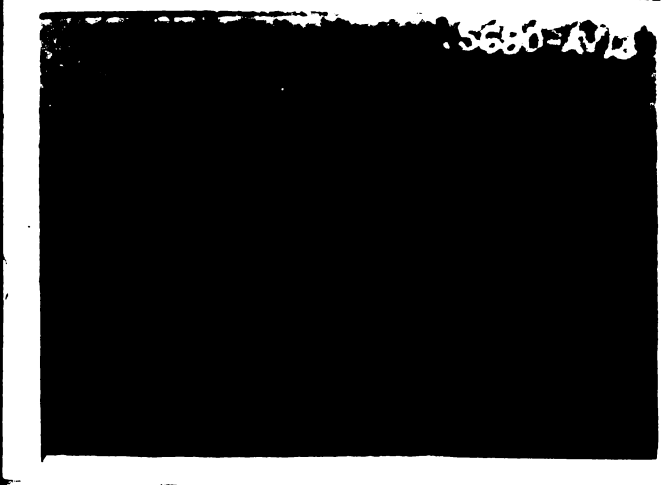


Fig. 4.12. - Microstructura in epruvetă 089S sudată VA, x 100 sens 3 atac nital 2 %.

Fig. 4.13. - Microstructura in epruvetă 089S VA, x 100 sens 4 atac nital 2 %.



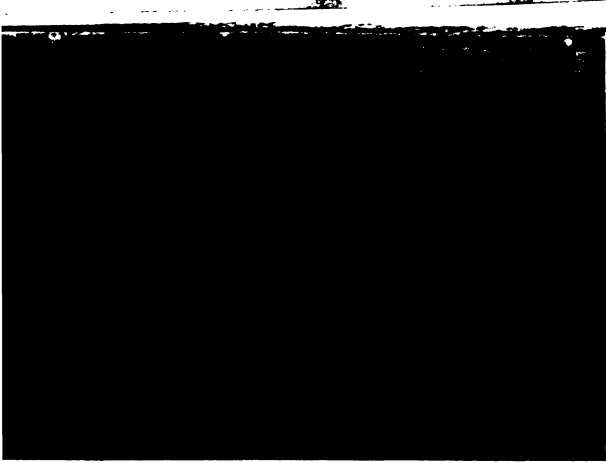


Fig.4.14. - Microstructura în ZIT epruvetei O89S sudată VA, x 100 sens 5, atac nital 2 %.



Fig.4.15. - microstructura din ZIT epruvetei O89S sudată VA, x 100 sens 6, atac nital 2 %.

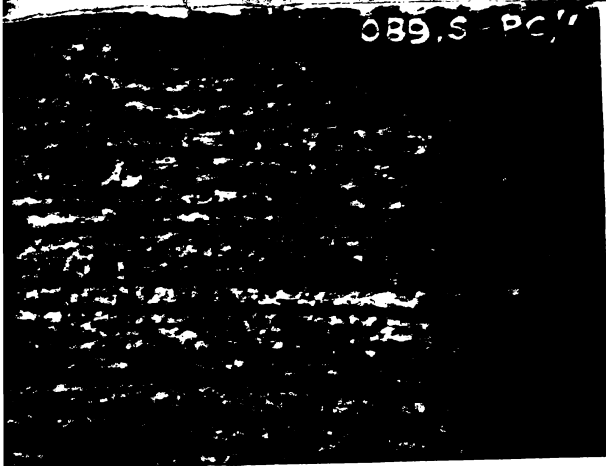


Fig.4.16. - Microstructura în MA, epruvetei O89S sudată în poziție PC, x 100 sens 1, atac nital 2 %.

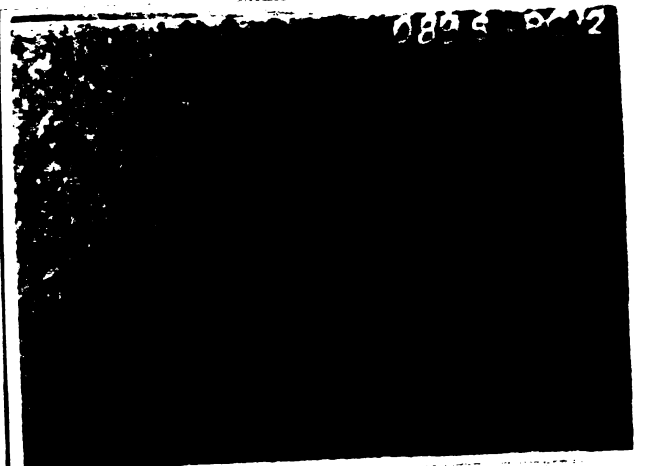


Fig.4.17. - Microstructura în MA, a 100 epruvetei O89S sudată PC, sens 2, atac nital 2 %.



Fig.4.18. Microstructura în MA, x 100, epruvetei O89S sudată PC, în sens 3, atac nital 2 %.

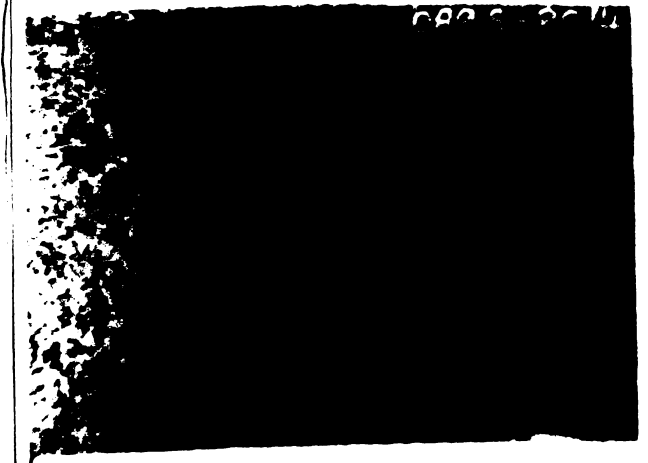


Fig.4.19. - Microstructura în MA, x 100 epruvetei O89S sudată PC în sens 4, atac nital 2 %.



Fig.4.20. - Microstructura in ZII, epruveta 089-S, sudatã PC x 100 zona 5, atac nital 2 %



Fig.4.21. - Microstructura in ZII, epruveta 089 S, sudatã PC x 100, zona 6, atac nital 2 %.

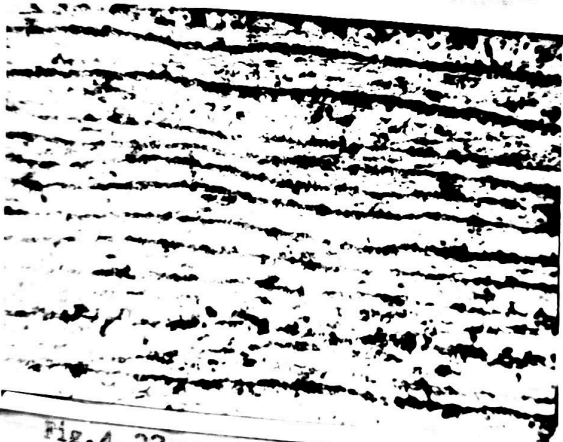


Fig.4.22. - Microstructura in MA, epruveta 082S sudatã VA x 100 zona 1 de atac nital 2 %.



Fig. 4.23. - Microstructura in MA epruvetã 082S sudatã VA x 100 zona 2 atac nital 2 %.



Fig.4.24. - Microstructura in MA, epruveta 082S, sudatã VA x 100 zona 3, atac nital 2 %.

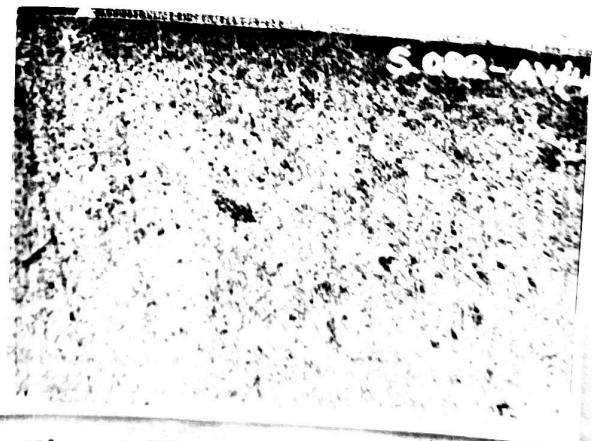
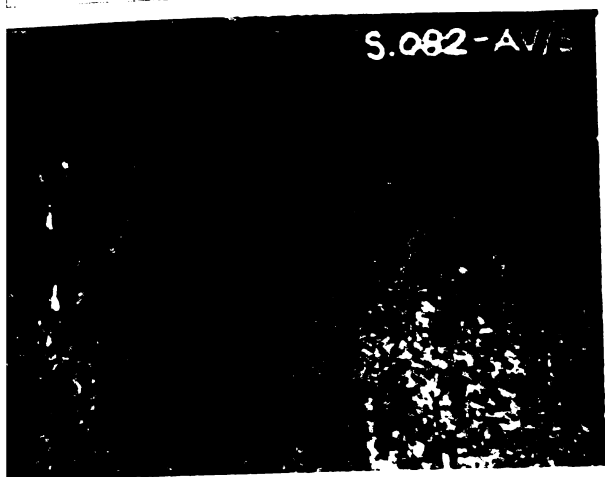
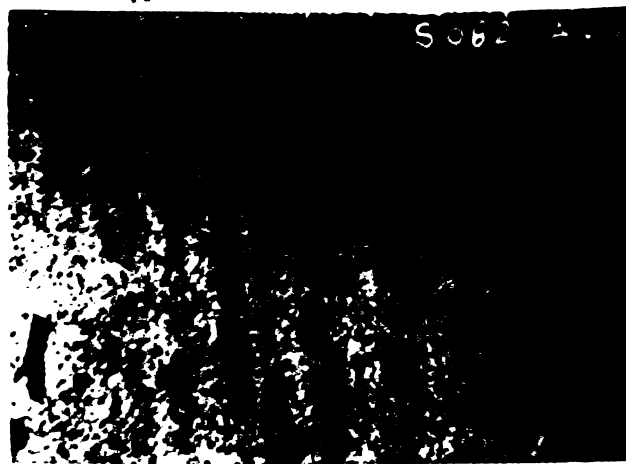


Fig. 4.25. - Microstructura in MA epruveta 082S sudatã VA x 100 zona 4 atac nital 2 %.



S.082-AV/3

Fig. 4.26. - Microstructure in MA epruveta 082S, sudată VA, zona 3, stac metal 2 %.



S.082-A

Fig. 4.27. - Microstructure in MA, epruveta 082, zona 4, stac metal 2 %.

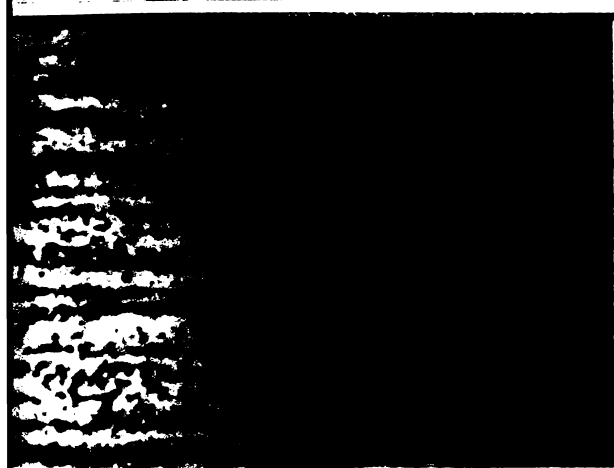
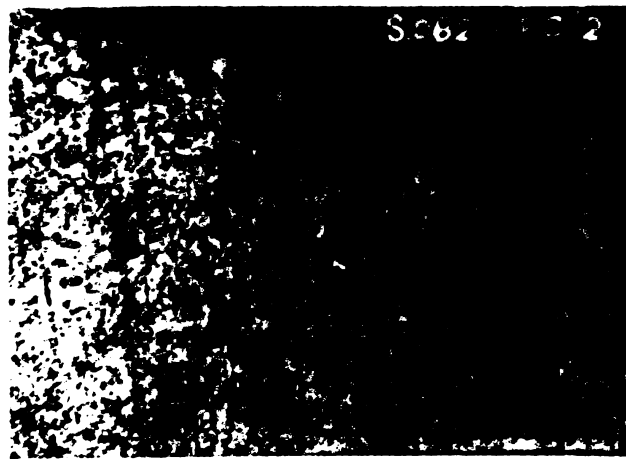


Fig. 4.28. - Microstructure in MA epruveta 082S, sudată FC x 100 zona 1, stac metal 2 %.



S.082-5-2

Fig. 4.29. - Microstructure in MA epruveta 082-5 sudată FC x 100, zona 2 stac metal 2 %.

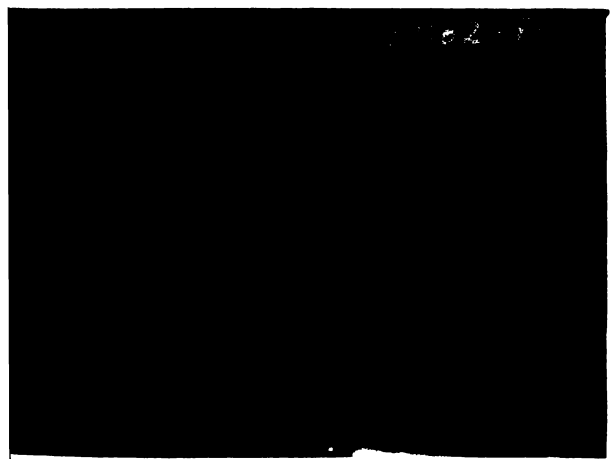


Fig. 4.30. - Microstructură în MA epruveta 082S sudată FC x 100 zona 3, stac metal 2 %.



S.082

Fig. 4.31. - Microstructure in MA epruveta 082S sudată FC x 100 zona 4, stac metal 2 %.

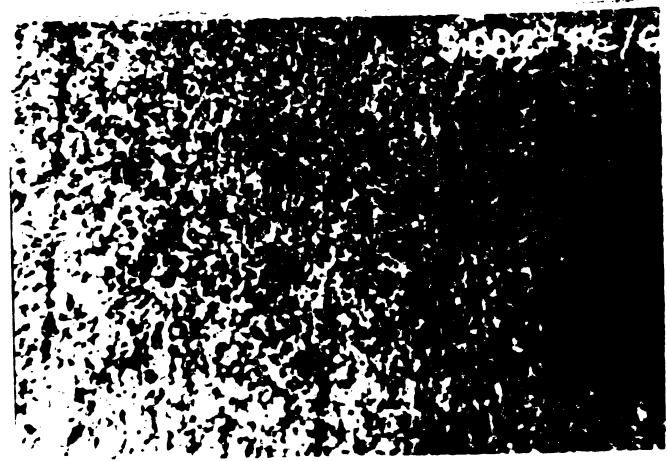
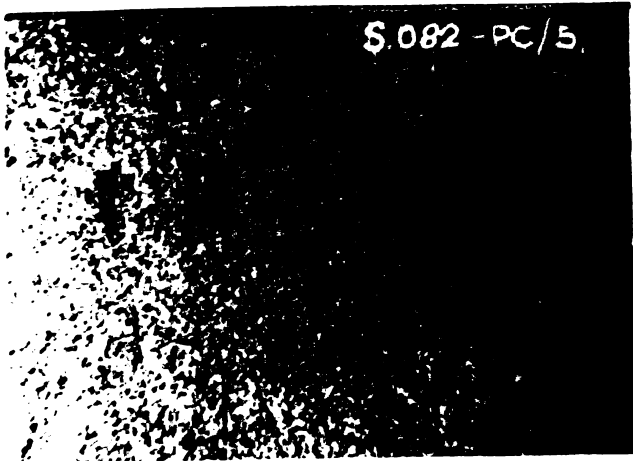


Fig. 4.32. - Microstructura în ZIT epruveta 082S sudată PC x 100 zona 5, atac nital 2 %.

Fig. 4.33. - Microstructura în ZIT epruveta 082 S sudată PC x 100 zona 6, atac nital 2 %.

TABELUL 4.5.

Rezultatele examinării macro și microstructurale pe epruvetele 089 S și 082 S în pozițiile de sudare VA și PC și NB, ZIT și MA conform STAS 10952/1-77.

Nr. crt.	Pean-son	Atac chimic		Examinări macroscopice	Examinări microscopice (100 x)	Zona	Nr. din ser-fig.	Clasa de execuție STAS		
		Nb-ero	Ni-ero						Constituenți STAS 5000-75	Nări-De-fer-țe STAS 7084/1-79 7826-75
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	089 A			Imbinare sudată	Structură fento perlitică în giruri paralele 60% fentă, 32 % perlită					
	pozi- ția	Ni- tal	Ni- tal	cap la cap rest		7	Nb ser- vă	NB	4,8	
1.	da- re VA	4 %	2 %	in x esine- tric Fig. 4.12-	Structură fentă perlitică, cu grăunții parțial fără nișaj	4-5	Nb ser- vă	MA	4,9	
				Nb ser- oer- vă de- fecte						

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

de su-  
dare  
in in-  
binare

Structură  
ferito-  
perlitică  
fină, re-  
lativ om-  
ogenă (75%,  
25 %)

9

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

3

Structură  
fento-per-  
litică neo-  
nogenă 17%,  
30%

5-6

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

4

Structură fi-  
nă ferito-  
perlitică  
fină cu as-  
pect de nor-  
malizare

9

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

ZIT

5

Structură  
fento-per-  
litică  
fină

9

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

ZIT

6

009 S Ni- Ni- Inbi-  
Peci- tai tai nare  
tia 4 % 2 % eude-  
de

2 su-  
dare  
PC

cap  
la  
cap  
cu  
reot  
in X  
asi-  
met-  
ric

Structură  
ferito-  
perlitică  
in siruri  
(60%, 92%)

8

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

1

Structură  
ferito-  
perlitică  
relativ  
omogenă,  
cu grăunți  
fără niții  
(67%, 99%)

6

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

2

Structură  
ferito-  
perlitică  
neomogenă  
(69%, 99%)

4-5

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

3

Fig.  
4.12  
Nu se  
obser-  
vă de-  
fecte

Structură  
ferito-  
perlitică  
cu grăunți  
alungați pe  
direcția  
fluxului  
termic  
(60%, 40%)

1-2

Nu  
se  
ob-  
ser-  
vă

MA

4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				de inbi- nare	Structură fină fe- rito-per- litică cu aspecte de norma- lizare	8	Na se ob- servă	ZIT	4	
					Structură fento-perli- tică, cu as- pect de supraincăl- sire	9	Na se ob- servă	ZIT	6	
002 S	Ni- tal 4 S	Ni- tal 2 S	Inbina- re su- dată cap la cap în X asi- metric Fig. 4.15.	Structura ferito- perlitică în giruri paralele (75%, 25%)	7	Na se ob- servă	MB		1	
3 VA				Structură fină feri- to-perliti- că cu aspect de normali- zare (70%, 30%)	8-9	Na se ob- servă	MA		2	I
			Na se ob- servă defecte de su- dare la inbinări	Structură ferito- perlitică fină cu aspect omogen (68%, 32%)	10	Na se ob- servă	MA		3	
				Structură ferito- perlitică relativ omogen	3-4	Na se ob- servă	MA		4	
				Structură fină feri- to-perliti- că, cu as- pect de supraincăl- sire și normalizare (60%, 40%)	7-8	Na se ob- servă	ZIT		5	



#### **4.5.5. Tehnologia de montaj și sudarea a rezervoarelor sferice cu 14 segmente și nouă geometrie a asasiorei.**

##### **4.5.5.1. Considerații specifice.**

Tehnologia de montaj pe șantier a rezervoarelor sferice este cunoscută pentru factorii interesați și se bazează pe o vastă experiență acumulată pe parcursul a două decenii cu ocazia montării rezervoarelor sferice de diverse tipuri în ceea ce privește forma conturului, numărul și așezarea segmentelor, așezare care în final furnează montarea sferei.

În paragrafele anterioare din prezentul capitol s-au arătat operațiile premergătoare celor de montaj propriu zis și sudare.

La acest tip de sferă, operațiile de montaj au cuprins trei faze succesive, după ce s-a montat stîlpul central de ancoraj:

- s-a început cu montajul pe fundație a segmentelor după care s-au montat cei intermediari;
- s-au montat apoi segmentii care au format calota superioară, după care a urmat;
- montarea segmentilor care au format calota inferioară, fără segmentul central, care a fost montat după ce s-a demontat și evacuat stîlpul central.

Pe parcursul lucrărilor de montaj a acestor recipiente extrem de pretențioși în regim de exploatare s-a impus ca obligator să se ia și să se țină seama de o serie de măsuri care să conducă pe cale sigură la obținerea unei lucrări de calitate corespunzătoare. Dintre acestea se menționează ca mai importante:

- înainte de sudare segmentii trebuie să corespundă dimensiunilor din fișele de măsurători din uzină; suprafețele rosturilor să fie curate la luciu metalic și să corespundă dimensiunilor din desen nr. I asimetric 30/15/45;

- suprafețele ce urmează a fi sudate trebuie să fie curățate de grosii și impurități pe o porțiune de cel puțin 50 mm de o parte și alta a rostului;

- nu se admite sudarea, pe nici o fază a montajului rezervorului, a unor elemente auxiliare de montaj, în afară de cele prevăzute în proiect;

- nu se admite îndoirea plastică la rece sau încălzirea parțială a segmentelor pentru aducerea marginilor cap la cap;

- nu se admite tăierea cu electrozi de sudură;

- dispozitivele auxiliare de montaj care sînt prevăzute în proiect să se monteze vor fi obligator confecționate din tablă de oțel EH 36 și



se vor realiza în conformitate cu tehnologia specială prevăzută în proiect;

- montajul trebuie realizat cu ajutorul celor 34 segmente în conformitate cu prevederile din proiectul de montaj; deschiderea rostului la rece să fie cuprinsă între limitele 3 ... 5 mm iar denivelările de maximum 2 mm;

- nu s-au început operațiunile de sudare până când valorile citate în toate măsurătorile nu au fost cuprinse între limitele stabilite în proiect în caietul de sarcini;

- dacă valoarea deschiderii rostului într-o porțiune oarecare a depășit 5 mm dar nu mai mult de 10 mm după aplicarea tuturor metodelor permise în astfel de împrejurări, remedierea se va face numai în conformitate cu tehnologia prescrisă în acest scop.

#### 4.5.3.2. Tehnologia de montaj.

Tehnologia de montaj s-a desfășurat în următoarele etape:

##### 1. Montajul segmentelor ecuatoriale.

Etapele de montaj a acestei zone s-au succedat în ordinea de mai jos:

- s-a executat fundația stîlpului central și s-a montat stîlpul;
- s-au pregătit la sol segmentele cu picior și s-au prins în suduri provizorii părțile de jos a picioarelor conform desenului de execuție;
- s-a măsurat înălțimea rezultată a piciorului (între suprafața de așezare a tălpii pe fundație și ecuator) la care s-a adăugat adăugul de reglaj;
- s-au montat tendonele de fixare și reglaj a segmentelor de stîlp;
- s-au montat segmentele cu picioare și s-au fixat prin tendonele de stîlp central;
- s-au pregătit la sol segmentele intermediare după care s-au montat și fixat de stîlp cu ajutorul tendonelelor;
- s-au executat centrarea zonei ecuatoriale respectându-se acuratețea prin verificare cu gabloul a ecuatorului, a centrului caletelor și a montajului picioarelor conform cu desenele de execuție;
- pe parcursul centrării, segmentele s-au prins în dispozitivele de montaj;
- s-a executat prinderea în puncte de sudură provizorie a segmentelor ecuatoriale.

## **2. Montajul segmentilor calotei superioare.**

Montajul calotei superioare s-a făcut în ordinea următoare:

- s-au montat pasarele exterioare la cota + 11,50 m și la cota + 9,50 și colivile exterioare pentru sudari la zona ecuatorială, precum și platforme de lucru din virful stîlpului de montaj (cota + 14,00 m) conform desenului;
- s-au demontat dispozitivele de susținere și contraș ai zonei ecuatoriale cu ajutorul polizoarelor de mare turație cu discuri din material plastic (6 - 800 rot/min) și s-a polizat resturile pentru a ducere la forma geometrică din desenul de execuție;
- s-au montat și s-au asamblat în dispozitive segmentii laterali și calotei superioare;
- s-au executat centrarea fără prinderea provizorie a segmentilor de capăt și a segmentilor laterali ai calotei superioare;
- s-au executat prinderile provizorii pentru îmbinările verticale pe înălțime 1000 m în sus, deasupra ecuatorului și s-a lăsat liberă o porțiune de cca 500 mm până la centurul calotei superioare;
- s-au executat prinderile provizorii a îmbinărilor dintre zona ecuatorială și segmentii laterali ai calotei superioare;
- s-a montat segmentul central al calotei superioare, s-a centrat și prins în dispozitive;
- s-au executat prinderile provizorii a segmentilor intermediari de cei laterali și de capăt ai calotei superioare;
- s-au executat centrările și verificările cu gebleul de 4.500 mm interior și exterior în totalitatea subansamblului montat, până cînd toate valorile citite au fost încadrate în limitele toleranțelor din caietul de sarcini și instrucțiunile în vigoare.

## **3. Montajul segmentilor calotei inferioare.**

Montajul acestui subansamblu s-a făcut prin executarea succesivă a următoarelor operații:

- s-au montat cablurile interioare ale zonei ecuatoriale de acces pentru montarea segmentilor de capăt și laterali ai calotei inferioare;
- s-au montat segmentii de capăt și cei doi laterali ai calotei inferioare și s-au centrat la rosturi și sfericitate;
- s-a executat prinderea provizorie a zonei ecuatoriale pe înălțime 1000 m în jos sub ecuator și s-a lăsat liber cca 500 mm la capetele îmbinărilor verticale spre centurul calotei inferioare;
- s-a executat prinderea în puncte provizorii de sudură a zonei ecuatoriale cu segmentii de capăt ai calotei inferioare;

- s-a executat prinderile in puncte provizorii de sudură a îmbinărilor dintre zone ecuatoriale și segmentii laterali ai calotei inferioare;

- prinderea in puncte provizorii de sudură a calotei inferioare s-a făcut de pe platforma schelei la cota + 3000.

#### 4. Controlul montajului in vederea sudării.

La montajul sferei s-a ținut seama de dispozițiile și prevederile din caietul de sarcini și anume:

- s-au respectat prescripțiile ISCIR CR 2-73 și C4-74;

- organul CTC a asigurat pe tot parcursul montajului un control riguros și rezultatele le-a consemnat in registrul de bord a recipientului;

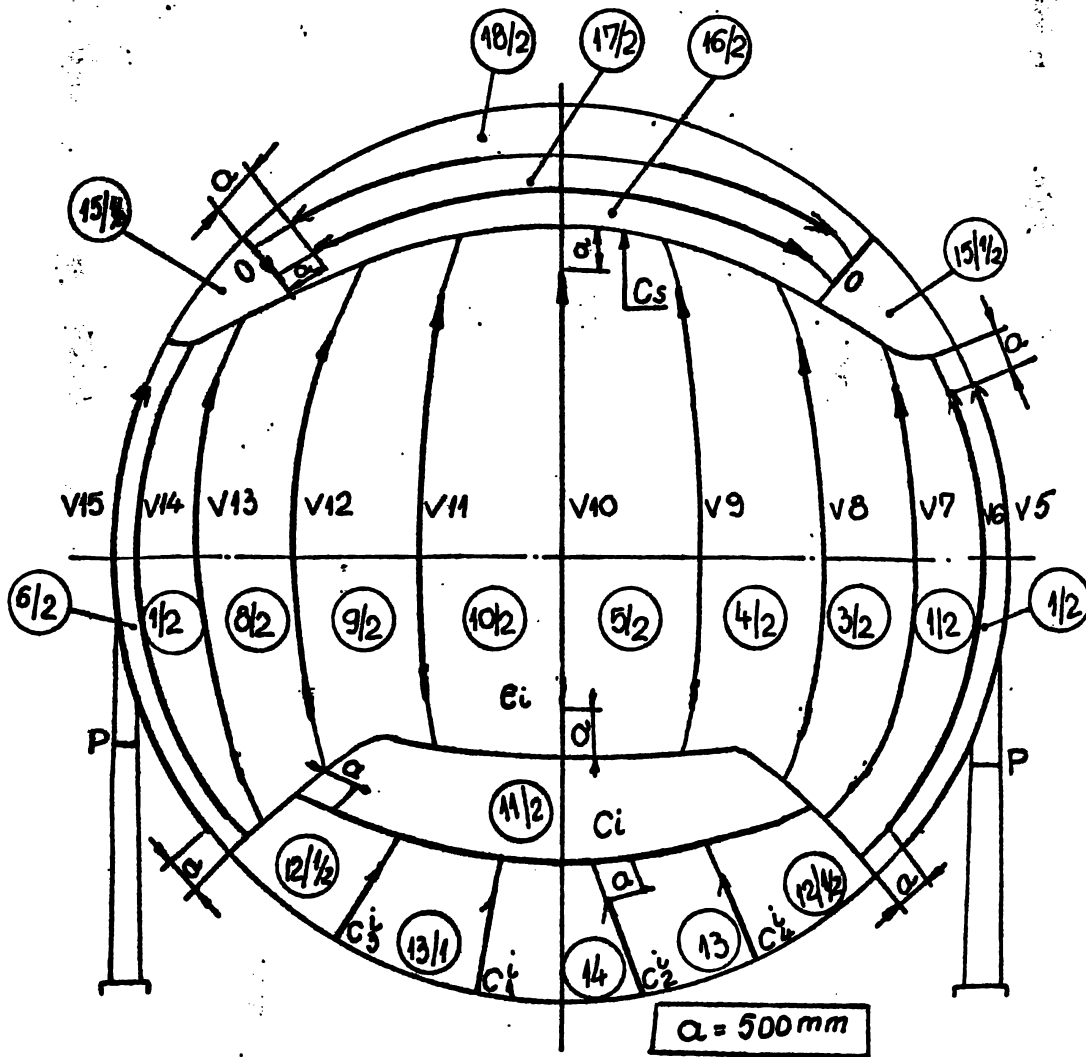
- organul CTC a verificat și urmărit ca toate șabloanele și dispozitivele pentru măsură și control să fie omologate construite in conformitate cu prescripțiile oficiale și posesionate;

- nu s-a trecut de la o fază de montaj la alta decit după ce s-au efectuat toate controalele prevăzute in documentație tehnică și rezultatele au fost trecute in registrul recipientului;

- s-au verificat dimensiunile fiecărui reper conform STAS 2883/1-70 pentru a corespunde cu prevederile din STAS 437 - 73 clase A.

- controlul rostului s-a făcut cu șabloane metalice iar deschiderea acestuia la montaj cu segmenti prefabricați s-au încadrat in valorile prescrise;

- perijunile unde valorile deschiderii rostului au fost cuprinse între 0 - 3 mm. S-au adus la 3 ± 1 mm in stare rece prin polizare;



### NOTĂ

1. S-a sudat cu 10 sudari.
2. Ordinea de sudare e concomitentă : a cordoanelor V: V1, V2... V19 după care V2, V4... V20.
3. Ordinea de sudare a cordoanelor C: (C1 + C2) + (C3 + C4) cu câte 2 sudari pentru fiecare cordon de la centru spre periferie.
4. Sudarea cordoanelor O: O1 + O2.

Fig. 4.34. - Simbolizarea îmbinărilor sudate din componența netalei rezervorului aerie de 1000 mc cu 34 segmente în sens acustorială.

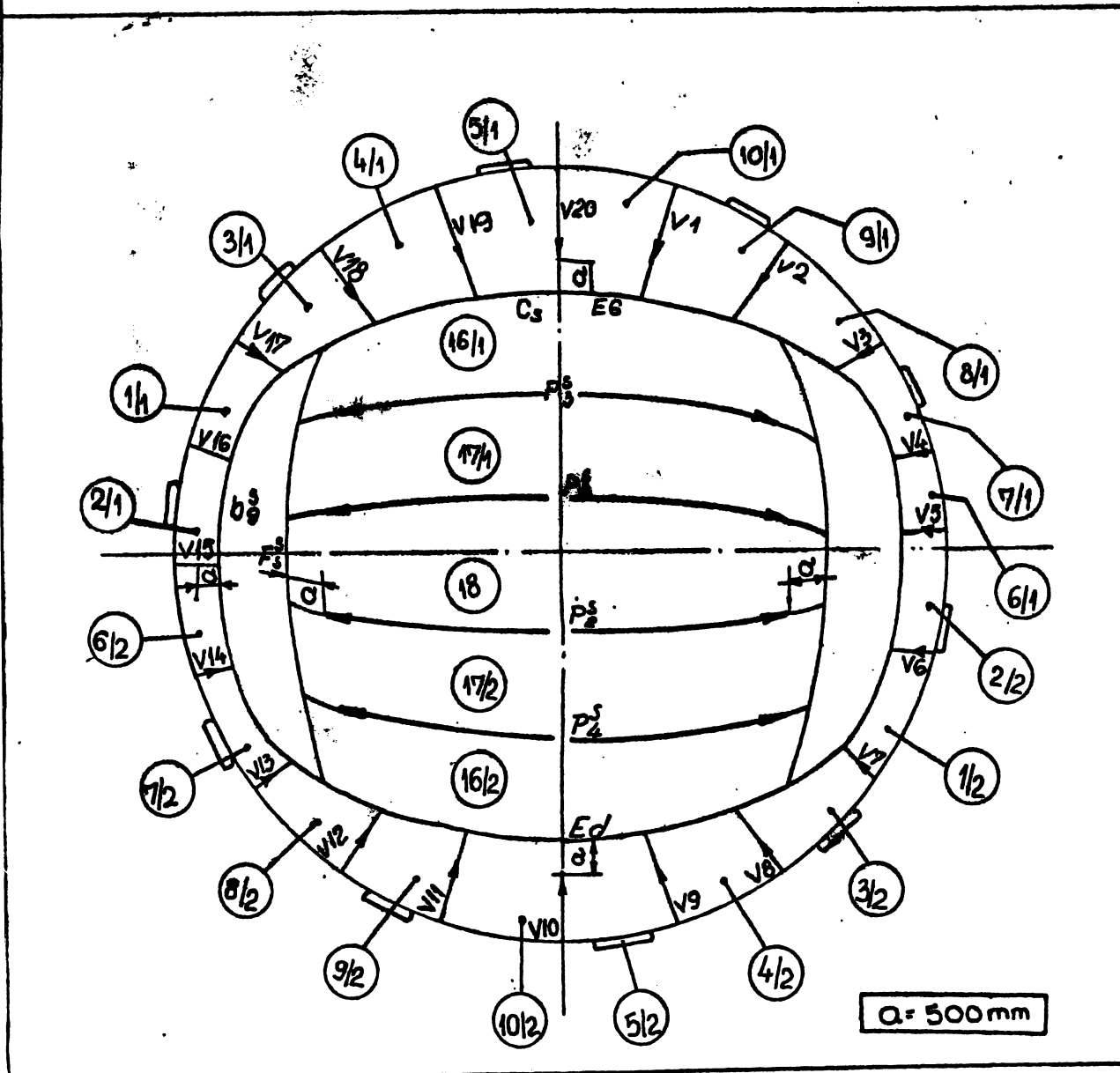


Fig. 4.35. - Simbolizarea îmbinărilor sudate din componența mantaiei rezervorului sferic de 1000 mc cu 34 segmente în zona calotelor pelare.

#### 4.5.5.3. Tehnologia de sudare.

Aplicarea tehnologiei de sudare s-a făcut ținând seama de probleme specifice și în ordinea cronologică de mai jos:

a) Tipurile de îmbinări se intervin la montajul noului rezervor sferic cu 34 segmente.

În conformitate cu definițiile din STAS 7365 - 76 în componența acestui tip de rezervor sferic sunt de următoarele tipuri:

- îmbinări verticale ascendente a segmentelor din zona ecuatorială notate cu V în Fig. 4.34. și Fig. 4.35;

- îmbinări orizontale, completate cu îmbinări peste cap pentru îmbinarea segmentelor calotei superioare și respectiv inferioare. La aceste îmbinări se sudează cap la cap orizontal și ușor înclinat pe partea exterioară a segmentelor calotei superioare, respectiv pe partea exterioară a segmentelor calotei inferioare. Sudarea peste cap intervine la completarea acestor îmbinări când se sudează în interiorul segmentelor calotei inferioare, simbolizat cu O și P în fig.

4.34 și 4.35.

- îmbinări orizontale în plan (pe perete) vertical (în cornișe) la îmbinarea zonei ecuatoriale cu cele două calote simbolizate cu litera C în aceleași figuri.

Procedee de sudare și conexiuni care s-au utilizat la sudarea sferelor au fost:

- sudarea manuală prin topire electrică cu electrozi înveliți pe componente cu rostul prelucrat cu X inegal;

- scobirea cu arc-arc pentru înlăturarea trecerii de rădăcină și remedieri după control cu radiații penetrante;

- preîncălzirea rostului pentru prinderi provizorii în puncte de sudură și sudarea sferei s-a făcut cu energie electrică și rezistori;

Operațiile de sudare s-au efectuat numai când temperatura mediului ambiant a fost de minimum  $+ 5^{\circ}\text{C}$ , fără vânt sau ploaie, pe intervalul cât sferele au fost sub cerul liber.

#### b) Prinderea în puncte de sudură provizorii.

Pe măsura desfacerii din dispozitive a îmbinărilor, acestea s-au prins în puncte de sudură provizorii, care s-au îndepărtat în sudura definitivă și s-au îndepărtat prin polizare pe măsura înaintării sudurii definitive pentru a se înlătura închiderea eventualelor defecte în cuștură.

Prinderea în puncte provizorii s-a făcut după ce componentele respective au fost preîncălzite și cu aplicarea aceluiași regim de sudare ca și la sudarea definitivă, însă exclusiv cu electrozi de  $\phi 3,25$  mm în conformitate cu fig. 4.3.

#### c) Ordinea de sudare.

Realizarea unei mantale la un rezervor sferic care să se încadreză în limitele abaterilor admise este o problemă complicată, deosebit de grea. În obținerea unor rezultate corespunzătoare s-au lăsat pe parcurs o serie de măsuri dintre care mai importante au fost:

- s-a sudat cu sece sudori concocitant, s-a aplicat un regim de sudare corespunzător și s-a realizat o preîncălzire cu regim termic uniform pe tot parcursul sudurii, cu posibilități de reglaj și comență

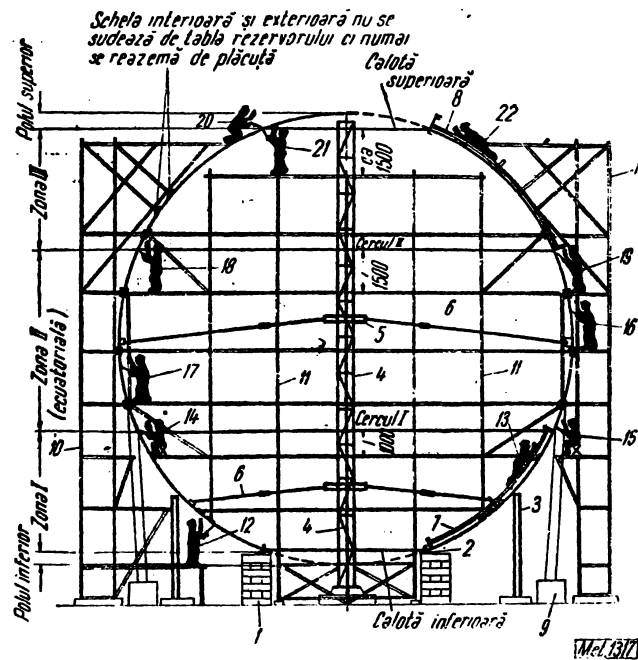
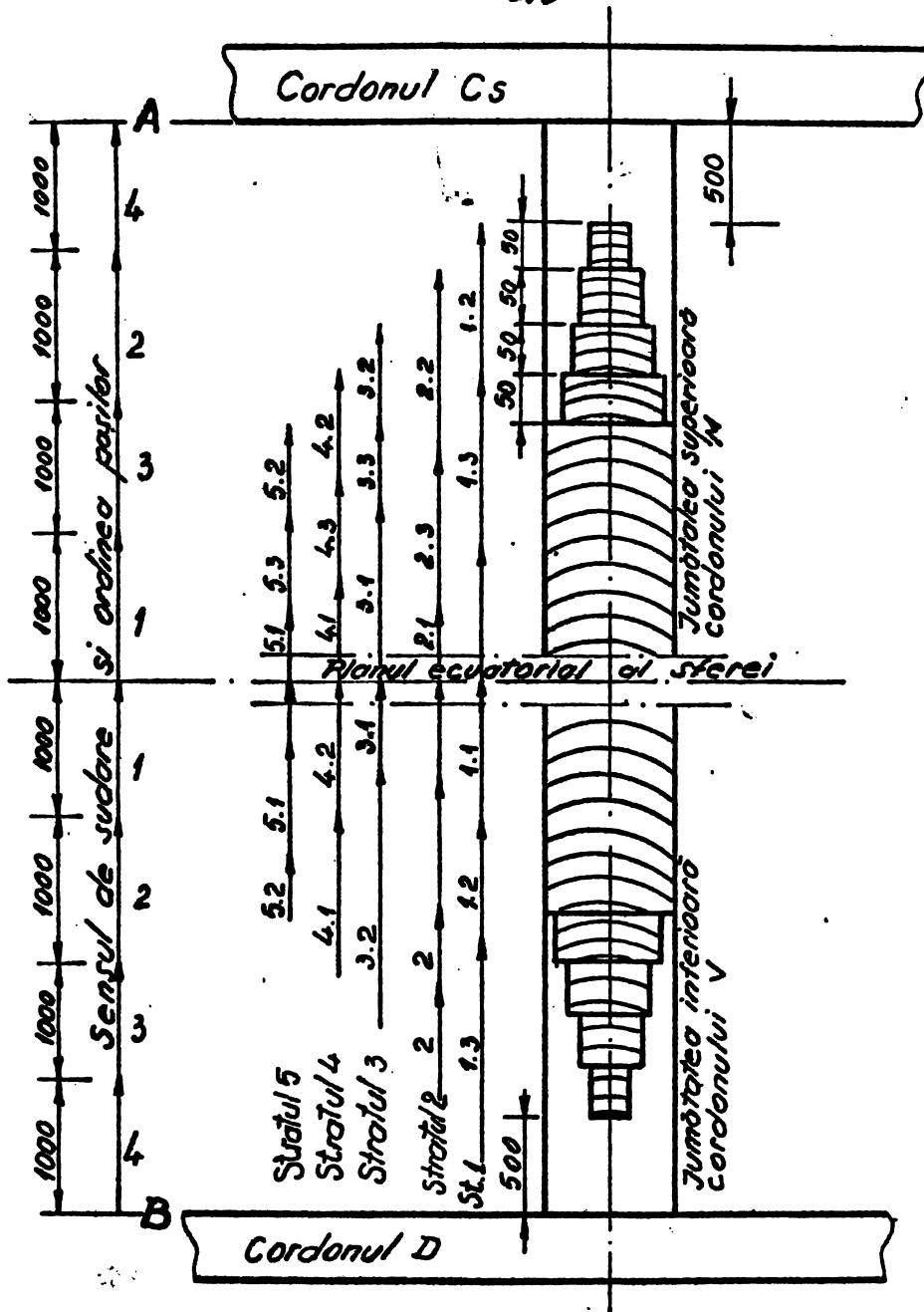


Fig. 4.36. - Secțiune verticală printr-un rezervor sferic în timpul desfășurării procesului de sudare.

- 1 - schelă din traverse tip CP;
- 2 - inel de sudare și ghidare;
- 3 - construcție metalică auxiliară;
- 4 - stâlpi pentru centrare și montare;
- 5 - inel de prindere tendoane;
- 6 - tendoane de centrare;
- 7 - dispozitiv pentru sudarea în interior;
- 8 - scară pentru sudat în exterior;
- 9 - picioare de susținere;
- 10 - schelă exterioară;
- 11 - schelă interioară;
- 12 - sudarea la poziție a meridianelor;
- 13 - idem la poziție a cercului zone I și II;
- 14 - sudarea la poziție a meridianului zonei II în interior și exterior;
- 15 - sudarea la poziție a cercului II interior și exterior;
- 16 - sudarea la poziție a calotei superioare în interior și exterior;
- 17 - sudarea la poziție a meridianelor zonei III în interior.



### OBSERVAȚII

1. Ordinea de sudare a segmentelor ecuatoriale :  
a - jumătatea superioară și b - jumătatea inferioară.
2. Ordinea de depunere a trecerilor este în ordinea numerotării.
3. Lungimea unui pas este egală cu lungimea de depunere a unui electrod topit.
4. Straturile 1 și 2 se depun de la 0 la A respectiv de la 0 la B - pe toată lungimea.
5. Straturile următoare, de umplere, se depun pe porțiuni de câte 1000mm. Intrarecurile se fac în scară ca în figură.



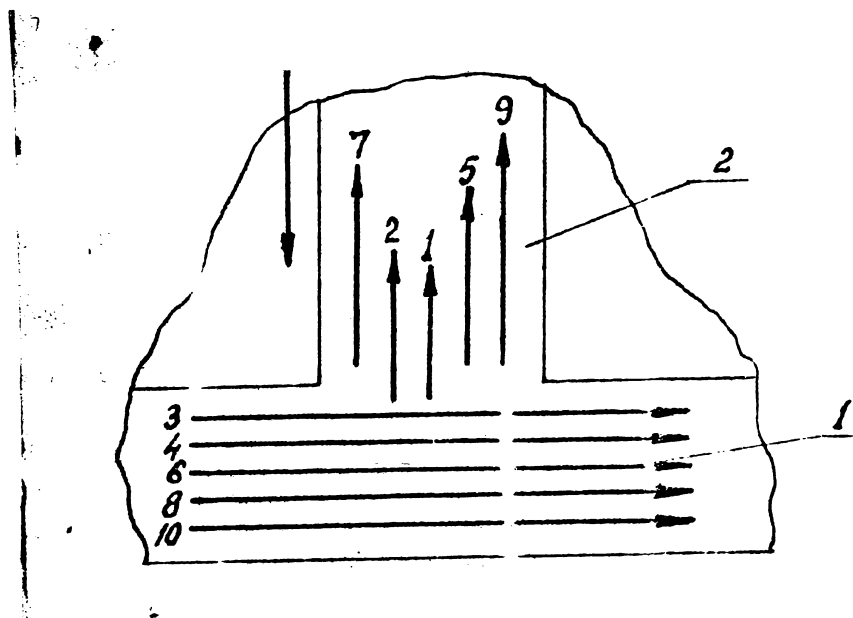


Fig. 4.38. - Modul de execuție a sudurilor intersectate și ordinea trecerilor.

imediată cu ajutorul instalației electrice de preîncălzire cu rezistori. Acest procedeu de preîncălzire cu rezultate calitative superioare s-a aplicat pentru prima dată la noi în țară la preîncălzirea sferelor pentru sudare. Urmare acestor măsuri luate s-a asigurat în bună măsură reducerea tensiunilor interne și a deformațiilor;

- s-a asigurat continuitatea lucrărilor prin aprovizionarea cu materiale, scule și unelte, măsuri de protecție a muncii;
- s-a asigurat evacuarea gazelor prin spațiile libere create prin demontarea segmentelor pelari centrale;
- s-au montat schele, pedeste, scări și cuști interioare și exterioare pentru ca sudorii să poată avea poziții comode în timpul sudării, Fig. 4.36.

Urmare luării măsurilor de mai sus s-a putut asigura o etapizare și o ordine de sudare într-un cadru adecvat și anume:

- sudarea celor 20 de îmbinări a segmentelor cunoscute simbolizate cu litere V în fig. 4.34 și 4.35 s-a realizat cu 10 sudori component. Fiecare cardon s-a împărțit în două, de la ecuator spre calota superioară și în jos de la ecuator spre calota inferioară în pas de pelari. Fiecare jumătate s-a împărțit apoi în porțiuni de câte 1000 mm după cum se vede în fig. 4.37. La început s-a sudat cele două îmbinări simbolizate cu numere fără se; V1, V3 ... V19, după care s-au sudat cele cu numere cu se; V2, V4 ... V20.

La aceste îmbinări sudarea s-a făcut în două etape; în prima s-au executat două treceri de la ecuator spre extremități, după care în a doua etapă s-au executat straturile următoare, de umplere.

- sudarea îmbinărilor segmentelor calotei superioare a început după montarea segmentului central, simbolizate cu literele Pa și Ca. Fiecare îmbinare s-a executat de la mijloc spre periferie cu cîte doi sudori concomitent;

- sudarea îmbinărilor segmentelor calotei inferioare, simbolizate cu literele Pt și Pf mai puțin segmentul central care se va monta și suda la urmă;

- sudarea îmbinării poz. 14 a calotei inferioare;

- sudarea îmbinărilor simbolizate cu Ci și Cs;

- sudarea îmbinărilor auxiliare se execută corespunzător cu etapele în care sînt înglobate;

- sudarea îmbinărilor simbolizate cu Ps s-au sudat după sudarea segmentelor ecuatoriale, în pas de pelerin, în ordinea cronologică (P1 + P2) sau (P3 + P4) după ce calota superioară a fost sudată complet. Aceste îmbinări s-au realizat la fel cu cele ecuatoriale - fig. 4.37 - în ceea ce privește începuturile, sfîrșiturile și împărțirea în jumătate și porțiuni de 1000 mm;

- sudarea îmbinărilor Os se execută ca și cele simbolizate cu litera P. Se împarte deasemenea în două jumătăți pentru doi sudori și apoi în porțiuni de cîte 1000 mm.

La întilnirea dintre două îmbinări sudate s-a sudat alternativ cînd pe o îmbinare cînd pe cealaltă înscît terminarea sudurilor să fie simultană Fig. 4.38.

#### e. Numărul de treceri, tehnici operatorii și ordinea de depunere.

Numărul și ordinea de depunere a trecerilor sînt dictate de rațiuni tehnologice pentru acest tip de recipiente cu un așa mare grad de periculozitate pe parcursul exploatării. Numărul lor este în funcție de o serie de factori, în majoritate cu acțiuni a căror rezultate sînt nedeterminate, din care motive nu se poate aprecia a priori de către tehnolog mărimea acestuia.

În general factorii amușiți sînt cuprinși în natură și succesiunea fazelor tehnologice din care se menționează ca mai importante:

- s-a sudat complet rostul pe partea deschiderii de 18 mm;

- s-a crăișuit rădăcina sudurii inclusiv a prinderilor provizorii în puncte de sudură cu precedul arc-aer;

- s-a polizat rostul pe partea scobită cu arc-aer la luciu metallic;

- s-a controlat cu gabloul metalic și cu lichide penetrante restul polizat;

- s-a sudat complet restul cu deschiderea mică.

În contextul arătat, s-a apreciat și în general s-a realizat un număr mediu de treceri de minimum  $7 + 7$  la sudarea cap la cap vertical ascendent și orizontal și la plafon Fig. 4.4. și de  $10 + 12$  treceri la sudarea în poziție orizontală în plan vertical, cu abateri de  $\pm 2$  treceri Fig. 4.4.

Amorsarea arcului de sudare s-a făcut numai pe flancurile restului prin atingerea vârfului electrodului la 10 - 20 mm de locul începerii sudării. Strângerea arcului s-a făcut numai după o întoarcere de "dute-vino" a arcului, pe o distanță de 20 - 25 mm și apoi retragerea lui brusc spre flancul restului. Cu această manevră se umple craterul și se protejează mai bine metalul topit din bare asigurându-i o răcire lentă.

S-a urărit și aplicat o amplitudine maximă a pendulării electrodului în funcție de poziția de sudare: maximum  $2 \times \beta$  electrod pentru pozițiile orizontale, orizontale în plan vertical și peste cap și maximum  $1,5 \beta$  electrod pentru poziția de sudare orizontală în plan vertical și vertical ascendent.

Ca material de edaș s-au folosit electrozi Phönix Union 461 MSV1 care evind învelig basic, înainte de întrebuințare s-au uscat timp de 1,5 - 2 ore în cuptor electric la o temperatură de 250 - 300°C. Fiecărui sudor i s-au eliberat electrozi uscați pentru cea 2 h de sudare pe care i-au păstrat în cutii metalice izolate.

La sudare arc electric s-a menținut cât mai scurt (mai mic decât diametrul electrodului) iar în poziția de sudare, vertical ascendent și peste cap s-a lucrat cu arc încet.

#### f. Parametri regimului de sudare.

Parametrii regimului de sudare care s-au folosit la sudarea oțelului EH 36 S cu electrozi 461 MSV1 au fost:

- curentul de sudare;

- polaritatea = inversă (pol + la electrod);

Intensitatea curentului, tensiunea de sudare, viteza de sudare, etc. se arată în tabelul 4.6.

TABELUL 4.6.

Parametrii regimului de sudare utilizați la sudarea probelor și secutarea îmbinărilor sudate ale rezervorurilor cu electrodul Phönix Union 461 MSV 1.

Marea electrod	Poziția de sudare	Parametrii de sudare			Obs.
		g electrod (min)	Curent sudare /A/	Tensiune de sudare /V/	
461	Vertical	3,25	110 - 120	19 - 21	
SHV. 1	ascendent	VA4,0	130 - 140	20 - 22	
Phönix	orizon-	3,25	125 - 135	20 - 22	
Union	tal 0	4,0	170 - 180	21 - 23	
	Peste	3,25	100 - 110	19 - 20	
	cap P.C.	4,0	125 - 140	20 - 21	

**g. Tehnologia de scobire (craiuire) cu arc-arg.**

Trecerea de rădăcina și punctele de sudură provizorii se îndepărtează cu procedeul arc-arg, considerate necorespunzătoare din punct de vedere al omogenității și oxidării din cauza contactului cu aerul atmosferic a băii topite pe partea rădăcinii.

Pe șantier s-au folosit pentru craiuire:

- electrozi de cărbune de  $\varnothing$  8 și  $\varnothing$  10 mm;
- curent electric continuu, polaritate inversă (+ la electrod);
- intensitatea curentului 350 A pentru electrozi cu  $\varnothing$  8 și 350 - 400 A pentru cei cu  $\varnothing$  10 mm;
- presiunea aerului 4 - 6 ata. Înainte de a se începe operația de scobire s-a controlat aerul pentru a fi curat.

După scobire rostul s-a curățat la luciu metalic după care s-a controlat cu șabloul și cu lichide penetrante. Polizarea s-a făcut prin spălare ușoară fără a produce fisuri. În cazurile de apariție a unor pete gri-albastre (supraîncălzire) operația de polizare s-a repetat până la scoaterea petelor.

**4.6. Tehnologia efectuării operațiilor de control.**

Operațiile de control care intervin de la începerea lucrărilor de pregătire și până la predarea la beneficiar a unui rezervor sferic sînt multiple și complexe. Acestea sînt prevăzute în standarde, instrucțiuni, proiectul de execuție și caietul de sarcini a recipientului. Acestea s-au consultat și s-a ținut seama de prescripțiile și prevederile referitoare la etapele de montaj și sudare a rezervoarelor.

Pentru a se putea avea o scurtă vedere asupra importanței operațiilor de verificare și control se prezintă grupele operațiilor de control.

#### 4.6.1. Controlul execuției sudării.

Controlul execuției sudării a cuprins următoarele categorii de verificări și controale:

##### a) Operații de verificare și control premergătoare sudării.

Înainte de începerea operațiilor de sudare organul CTC și responsabilul cu sudura, între altele au verificat:

- calitatea materialului de bază și de adaos după marcaje și certificate de calitate;
- deschiderea rostului, unghiul de deschidere, pragul, calitatea suprafeței muchiilor, denivelări, etc.;
- amenajarea locului de muncă referitor la schele, podețe, scule, utilaje, etc.;
- uscarea și depozitarea electrozilor;
- controlul dimensional al rezervorului;
- efectuarea unui instructaj cu sudorii cu privire la însușirea tehnologiei de sudare; reguli tehnice de securitatea muncii, etc.
- controlarea rostului cu lichide penetrante, etc.

##### b) Operații de verificare și control în timpul execuției sudării.

În această perioadă s-au executat între altele următoarele verificări și controale: de organe CTC materializate prin poansonare și înscriere pe registrul jurnal și fișe de măsurători;

- respectarea parametrilor de sudare, inclusiv a temperaturii de preîncălzire;
- respectarea regimului de scobire (crăciuire cu arc-ser; controlul polizării, controlul cu șabloane, a ducerii la reză, denivelări, etc.).

##### c) Controale și verificări după terminarea sudării.

Îmbinările sudate din componența mantalei rezervorului sferic au fost controlate și verificate nedescriptiv prin:

- control vizual;
- control cu lichide penetrante;
- control cu radiații penetrante;
- control cu etanșitate;
- control ultrasonic;
- încercarea hidraulică;
- control tensometric.

Toate rezultatele controalelor s-au înregistrat în cartea tehnică a recipientului și s-au înscris în literele admisibile ale toleranțelor prevăzute în standarde, instrucțiuni și caietul de sarcini referitoare la montarea, sudarea și controlul rezervoarelor sferice.

#### **4.7. Concluzii.**

Studiile și cercetările din diferite țări interesate au concluzionat:

- cea mai potrivită formă geometrică a unui rezervor pentru depozitarea și stocajul gazelor lichefiate este forma sferică;

- pentru scurtarea termenului de montaj și ieftinirea prețului de cost este necesar să se reducă lungimea îmbinărilor sudate prin care se realizează micșorarea cantității de electrozi de sudare și reducerea manoperei de sudare. Realizarea acestui deziderat comportă reducerea numărului segmentelor. Această reducere are o limită însă deoarece greutatea unei segment trebuie să aibă o viteză care să permită montajul și manevrarea acestora cu mijloace mecanice cu care sînt dotate în mod curent gantierile;

- reducerea numărului segmentelor la 34 și noua geometrie a conturului acestora, răspund cerințelor de mai sus;

- oțelul BH36S datorită calităților sale superioare permite construirea rezervoarelor sferice pentru presiunile gazelor lichefiate să aibă o grosime maximă a mantalei de 30 mm, fapt ce exclude tratamentul termic de detensionare după sudare ceea ce reduce prețul de cost și un efort valutar substanțial.

**Cap. 5. Studii și cercetări referitoare la înlocuirea electrozilor din import pentru sudarea oțelurilor cu granulație fină indigene.**

**5.1. Desfășurarea și obiectivele lucrărilor de cercetare.**

În cadrul preocupărilor și eforturilor de înlocuire a produselor industriale de import cu produse similare indigene, T.C.M.R.I.C. București împreună cu Catedra de utilaje și tehnologia sudării din cadrul Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara desfășoară pe bază de contracte de colaborare, o largă acțiune de cercetare în vederea realizării acestui desiderat /130/.

Scopul prioritar al cercetării a fost înlocuirea electrozilor de import SHV 1 Phoenix Union, utilizați la sudarea rezervoarelor sferice, care necesită un efort valutar important, cu electrozi indigeni.

Cercetarea a avut două obiective:

a) determinarea și aplicarea unei tehnologii cu parametri optimi pentru sudarea oțelului cu granulație fină R 52-7 a/S1 elaborat de C.S.Galeji care înlocuiește oțelul de import EH 36 A, cu electrozi indigeni EB-3, elaborat de ISPS Buzău, în curs de experimentare și omologare, în comparație cu sudarea aceluiși oțel, în aceleași condiții cu electrozi SHV 1 de import;

b) determinarea și experimentarea de noi tipuri de electrozi indigeni după rețete elaborate pe parcursul cercetării de Catedra de utilaje și tehnologia sudării în colaborare cu T.C.M.R.I.C.

Acțiunea de cercetare de la pct. a s-a finalizat cu rezultate pozitive, după cum se arată în subcapitolele următoare, iar cea de la punctul b, este în curs de desfășurare cu termen de finalizare 31.12.1980.

**5.2. Elaborarea probelor experimentale ale fabricărilor sudate a oțelului R 52 - 7 a/S1 cu electrozi SHV 1 și EB - 3.**

**5.2.1. Executarea și sudarea probelor pentru încercări.**

Probele sudate pentru studii comparative s-au executat în conformitate cu STAS 5540/1 - 77 și a prescripțiilor ISCIR C4 - 75 și CR 2-75 și au constat din sudarea a trei probe din câte două table, cu dimensiunile 500 x 185 x 45 după cum se arată în fig. 5.1.

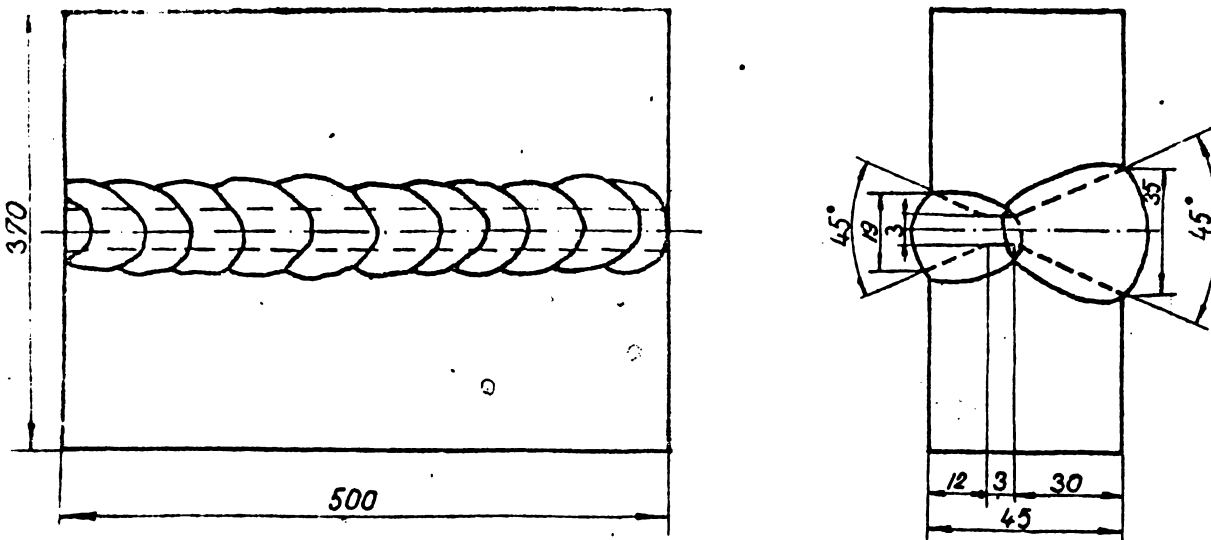


Fig.5.1. - Forme și dimensiunile probelor sudate.

Înainte de sudare probele au fost preîncălzite la 200 - 225°C, iar în timpul sudării temperatura între straturi s-a menținut între 180 - 190°C. La sudare s-au aplicat parametrii tehnologici de sudare din tabelul 5.1. iar numărul trecerilor și ordinea de depunere a rindurilor au fost ca în fig. 5.2. Pășișia de sudare a fost vertical ascendent și orizontal combinat cu peste cap.

TABELUL 5.1.

Parametrii tehnologici folosiți la sudarea probelor experimentale pentru încercări mecanice și metalografice comparative.

Proba	Materia- lul de bază	Gro- si- nea /mm/	Elec- tro- d	Pos. suda- re	de/mm/	Is/A/	Us/V/	Vs/m/h/	El kj/m	Nr. tre- ceri
F	R52-7a/S1	45	SHV1	VA	3,25	115-130	20-21	10,0-10,5	945	6
					4,0	165-180	21-22	8,0- 9,2	945	16
B	R52-7a/S1	45	EB-3	VA	3,25	115-130	20-21	10,0-10,5	1565	6
					4,0	165-180	21-22	8,0- 9,2	1565	16
B1	R52-7a/S1	45	EB-3	O+PC	3,25	120-135	20-21	10,0-11,0	1565	6
						165-180	21-22	8,0- 9,0	1565	16



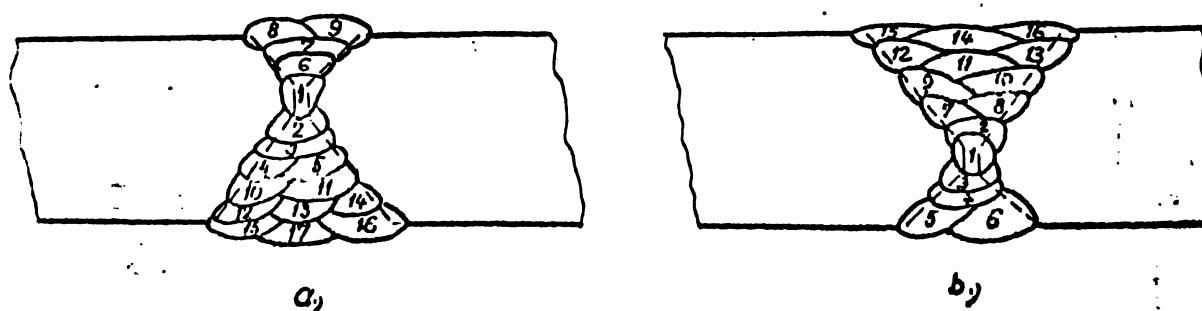


Fig. 5.2. Numărul și ordinea de depunere a trecerilor la sudarea probelor cu cele două tipuri de electrozi.

Pe parcursul desfășurării procesului de sudare a probelor s-a urmărit comportarea la sudare a metalului de bază R52-7a/S1 cu electrozi SHV1 în comparație cu sudarea cu electrozi EB-3 cit și a electrozilor însăși, când s-au putut constata următoarele:

- oțelul R52-7a/S1 se comportă bine la sudare, permite o dilatație normală în zona termică și are o zonă influențată termic destul de restrânsă;

- electrodul EB-3 are o stropire și o degajare de gaze în cantitate redusă, poate fi ușor dirijat, învelișul este bun agurifiant având un coeficient de contracție ridicat după răcire care permite o desprindere ușoară la parametri normali de sudare. În general are o comportare la sudare asemănătoare cu a electrodului SHV1.

După sudare probele au fost supuse unui tratament termic de detensionare după diagrama din fig. 5.3.

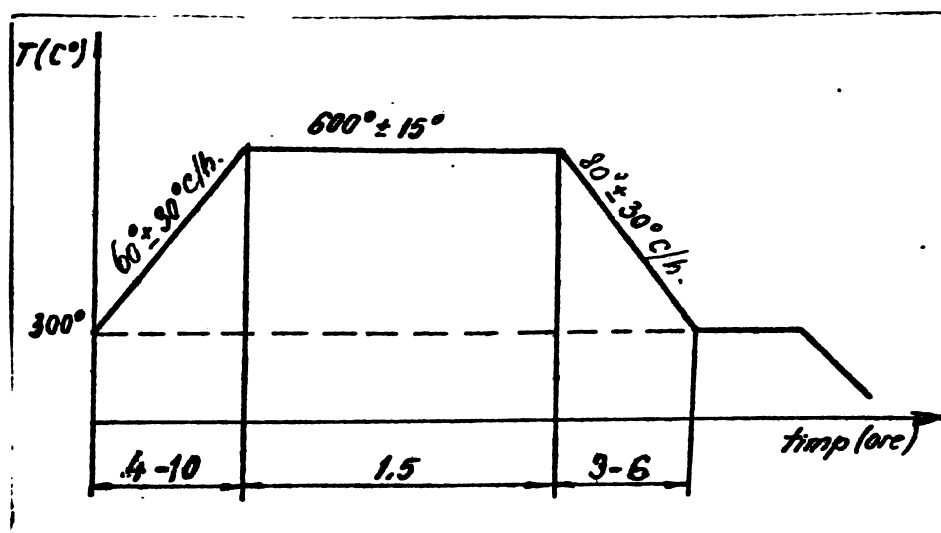


Fig. 5.3. Diagrama de tratament termic de detensionare după sudare a probelor din oțel R52-7a/S1 cu electrozi SHV1 și EB-3.

Probele sudate după tratamentul termic au fost supuse controlului cu radiații penetrante în vederea depistării unor eventuale defecte interioare. La examinare nu s-au constatat defecte demne de remarcat. Din probele examinate s-au prelevat epruvete pentru următoarele încercări:

- la tracțiune a îmbinărilor sudate - 2 epruvete;
- la tracțiune a cusăturii sudate - 2 epruvete;
- la îndoire pe ambele fețe - 2 epruvete;
- la încovoiere prin șoc - 24 epruvete (12 m cusătura și 12 m în ZIT);
- la duritate - 1 epruvetă;
- metalografice - 1 epruvetă.

5.2.2. Efectuarea încercărilor îmbinărilor sudate cu electrozi EB-3 în comparație cu cele executate cu electrozi SHV - 1.

Pentru a putea trage concluzii judicioase referitoare la caracteristicile mecanice, metalografice, comportarea la sudare, etc. ale îmbinărilor sudate a oțelului R 52-7a/S1 cu electrozi EB-3 în comparație cu cele sudate cu electrozi SHV1, din epruvetele prelevate, s-au executat următoarele probe;

- încercări la tracțiune ale epruvetelor sudate experimental conform STAS 200-75, epruvete fund conform STAS 5540/2-77, în condițiile atmosferei ambiante de încercare conform STAS 6300-64.

Încercările s-au făcut pe trei probe marcate cu F, B și B1 din care s-au prelevat câte 4 epruvete, cele marcate cu F s-au sudat cu electrozi SHV 1 și cele marcate cu B și B1 s-au sudat cu electrozi EB-3 din care câte două pentru încercarea la tracțiune a îmbinărilor sudate conform cu fig. 1 din STAS 5540/2-77 și câte două pentru încercarea la tracțiune a cordonului cusăturii conform fig. 5 din STAS 5540/1-77. Valorile obținute s-au înregistrat în tabelul din anexa 25. Cu valorile medii din anexă s-a întocmit diagrama comparativă din fig. 5.4.

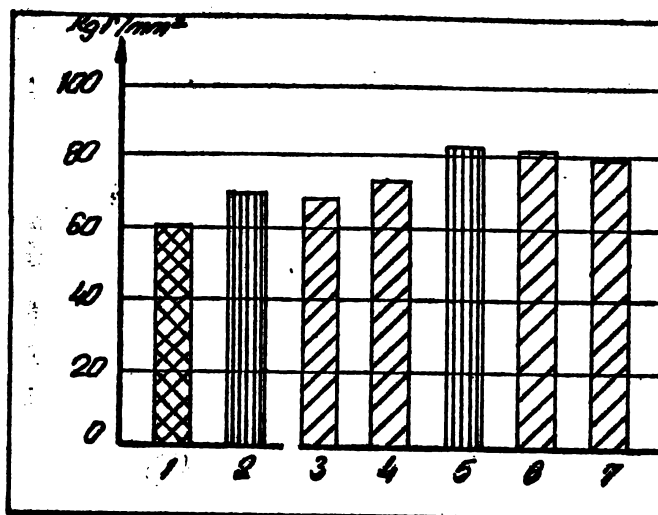


Fig. 5.4. Valori obținute la rezistența la rupere a epruvetelor experimentale sudate cu electrozi SHV1 și EB-3.

1. Valori ale rezistenței la rupere a MB garantate de producător;
2. Idem a îmbinării cu electrozi SHV1; 3,4 - idem cu electrozi EB - 3;
5. Idem în sudură cu electrozi SHV1; 6-7 - idem cu electrozi EB-3.

- încercări la îndoire prin soc s-au efectuat la temperatura de  $- 60^{\circ}\text{C}$  și la  $- 30^{\circ}\text{C}$ . Pentru fiecare temperatură s-au prelevat din cele trei probe marcate cu F, B și B<sub>1</sub> câte 6 epruvete cu creștătura în sudură (axa cusăturii) dintre care trei epruvete în poziție cap la cap vertical ascendent și cite trei în poziție cap la cap orizontală + peste cap. Deasemenea s-au mai prelevat 6 epruvete din care cite trei pentru fiecare poziție de sudare arătată mai sus, însă toate cu creștătura în ZIST.

Se specifică că plăcile marcate cu F s-au sudat cu electrozi SHV-1, iar cele marcate cu B și B<sub>1</sub> cu electrozi EB - 3.

Valorile obținute s-au înscris în tabelul din anexa 26. Din valorile obținute de cele citre trei epruvete efectuate pentru fiecare poziție de sudare s-au calculat mediile respective cu care s-a întocmit o diagramă pentru valorile obținute la temperatura de  $- 30^{\circ}\text{C}$  - fig. 5.5. și una pentru cele marcate la temperatura de  $- 60^{\circ}\text{C}$ .

Din analiza valorilor obținute la aceste încercări - anexa 26 - pentru compararea tenacității îmbinărilor sudate efectuate cu electrozi de import SHV-1 și cele obținute la îmbinările sudate cu electrozi indigeni EB-3, precum și din interpretarea diagramelor din figurile 5.5. și 5.6. , se desprind următoarele:

- Valorile medii obținute pe epruvetele sudate cu electrozi EB-3 în comparație cu cele obținute pe epruvetele sudate cu electrozi de import atestă o bună calitate a îmbinărilor sudate, probele sînt corespunzătoare și se încadrează în normativul în vigoare, prescripțiile ISCIR C1 - 66 și C4 - 75;

- la temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ , temperatura cea mai coborîtă la care caracteristicile probelor supuse la îndoirea prin șoc trebuie să răspundă cerințelor instrucțiunilor arătate mai sus, sînt foarte bune;

În concluzie, electrodul de concepție și fabricație românească poate fi folosit cu succes la sudarea rezervoarelor sferice din oțel carbon cu granulație fină pentru depozitarea și stocarea gazelor petroliere lichefiate;

- încercări la duritate s-au făcut pe epruvete prelucrate în conformitate cu prescripțiile STAS 6623-70 și cele în condițiile atmosferei ambiante de încercare, conform STAS 6300-64 cu sarcină de 49,6 N.

Măsurătorile de duritate după metoda Vickers (HV<sub>0.5</sub>) s-au efectuat în zone diferite după cum se arată în fig. 5.7, impresiunile fiind plasate: în metalul de bază (MB) în metalul cusăturii (MD) și în zona influențată termic (ZIT). Valorile obținute pe epruvete din cele trei probe F (sudare cu electrozi SHV-1), B și B<sub>1</sub> (cu electrozi EB-3) sînt înscrise în tabelul din anexa 27, cu a căror medii s-a înlocuit diagrama comparativă din fig. 5.8.

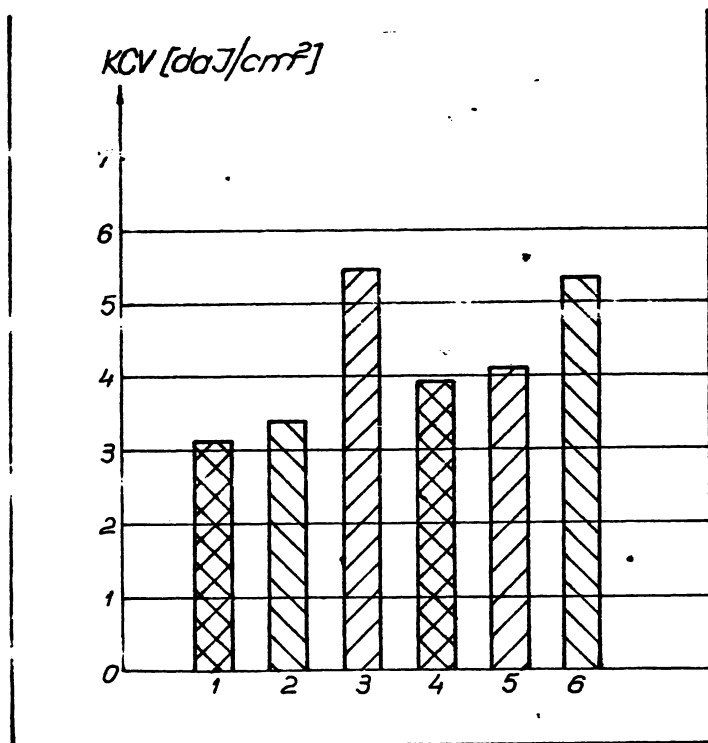


Fig. 5.5. Valorile medii comparative ale reziliențelor obținute la temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  la probele experimentale pe epruvete sudate în pozițiile VA și O + PC cu creștătura în V în axa cusăturii și în ZIT:

1. Valorile medii obținute pe epruvete sudate cu electrozi SHV-1 în poziția VA cu creștătura în axa cusăturii;
- 2,3 Idem pe epruvete sudate cu electrozi EB-3 în poziția VA și respectiv O+PC;
4. Idem cu electrozi HV1 cu creștătura în ZIT;
- 5,6 Idem cu electrozi EB-3 în poziția VA și respectiv O + PC cu creștătura în ZIT.

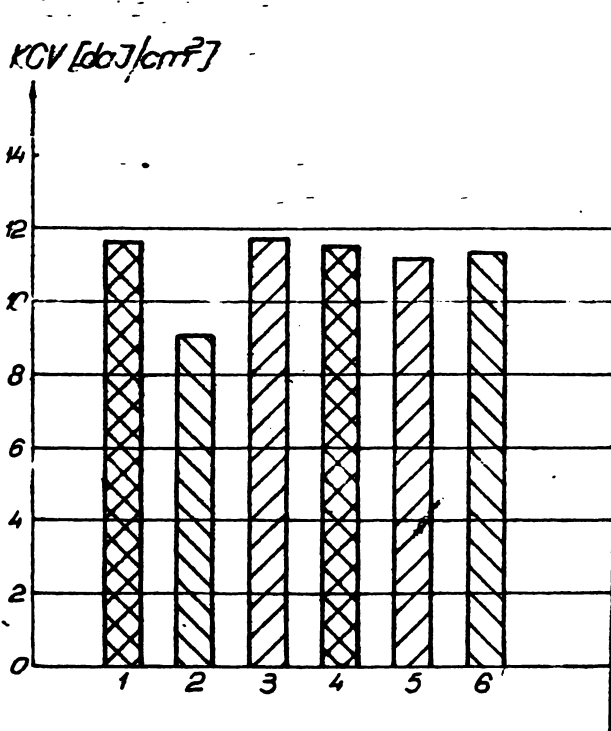


Fig. 5.6. Valorile medii comparative ale reziliențelor obținute la temperatura de  $-60^{\circ}\text{C}$  la probele experimentale pe epruvete sudate în pozițiile VA și O+PC cu creștătura în V în axa cusăturii și în ZIT:

1. Valorile medii obținute pe epruvete sudate cu electrozi SHV-1 în poziție VA cu creștătura în axa cusăturii;
- 2,3 - idem pe epruvete sudate cu electrozi EB-3 în poziție VA, respectiv O+PC;
4. Idem cu electrozi HV-1 cu creștătura în ZIT;
- 5,6 - Idem cu electrozi EB-3 în poziția VA și respectiv O+PC cu creștătura în ZIT.

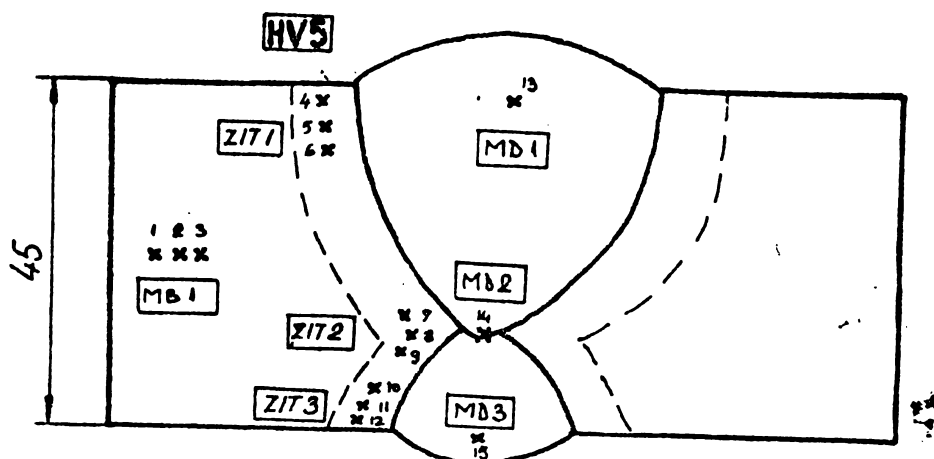


Fig. 5.7. - Modul de plasare al impresiunilor în zonele îmbinărilor sudate.

Examinând valorile obținute din anexă și cele medii din diagrama 5.8. se constată că acestea se găsesc sub limita de 350 HV5 admisă de prescripțiunile ISCIR C4-75 și C 1-66.

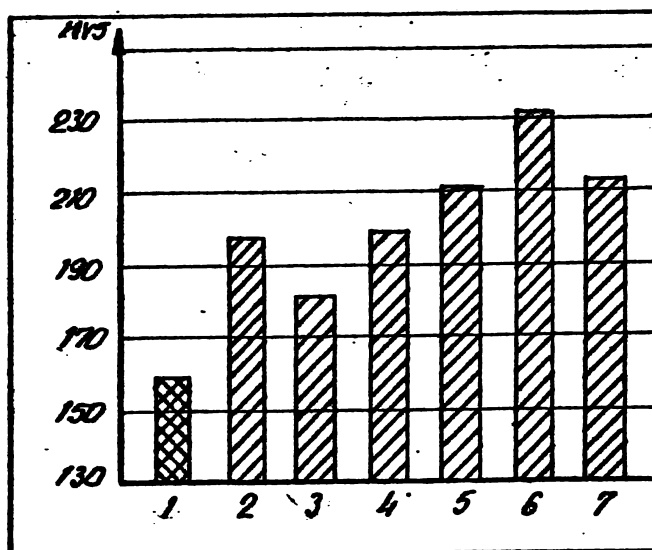


Fig.5.8. - Valori ale durității medii HV5 obținute în MB și MD în zonele și punctele arătate în fig. 5.7 pe epruvete experimentale sudate cu electrozi SHV1 și EB-3.

1. Valori medii ale durității în MB;
2. Idem pe epruvete F cu electrozi SHV-1 în MD;
- 3,4 - Idem pe epruvete B și E1 cu electrozi EB-3 în MD;
- 5 - Idem pe epruvete F cu electrozi SHV-1 în ZIT;
- 6,7 - Idem pe epruvete B și E1 cu electrozi EB-3 în ZIT.

- incercări la indoire s-au executat pe epruvete prelevate din cele trei probe marcate cu F, B și B1 sudate experimental, conform STAS 5540/3-77 și STAS 775-63. Diametrul dornului a fost de 90 mm respectiv de 75 mm cu distanța între reazeme de 155 mm și respectiv 135 mm. Epruvetele au fost încercate prin indoire laterală utilizându-se câte două epruvete conform STAS 5540/1-77, una cu fața întină care a fost comprimată la o două. Epruvetele au avut forma conform STAS 5540/3-77. S-a utilizat și dorn de 75 mm  $\phi$  pentru a crea condiții de indoire mai severe pentru aprecierea capacității de deformare plastică a epruvetelor.

Toate epruvetele, atât cele sudate cu electrozi SHV1 cit și cu EB-3, supuse probei de indoire pe ambele fețe atât pe dorn cu  $\phi$  90 mm și pe cel de 75 mm s-au indoit până la  $180^\circ$  fără a prezenta fisuri sau surse de fisuri după cum se constată în tabelul de la anexa 8 în care sînt consemnate încercările și fig. 5.9. în care se arată aspectul epruvetelor după indoire.



Fig. 5.9. - Aspectul epruvetelor după efectuarea probei de indoire.

### 5.2.3. Probe și examinări metalografice.

#### 5.3.3.1. Examinări macroscopice.

În scopul examinării comparative metalografice s-au prelevat epruvete din probe sudate cu electrozi SHV1 și EB-3 pe care s-au făcut examinări de duritate macro și microscopice, după ce au fost prelucrate corespunzător și atecate chimic cu metal 10 % conform STAS 4203-74.

După cum se observă în fig. 5.10 și 5.11 epruvetele prezintă un aspect macroscopic corespunzător fără a se observa defecte de sudură;

rindurile depuse se întrepătrund corespunzător zona influențată termic nu depășește 3 mm iar metalul depus este compact.

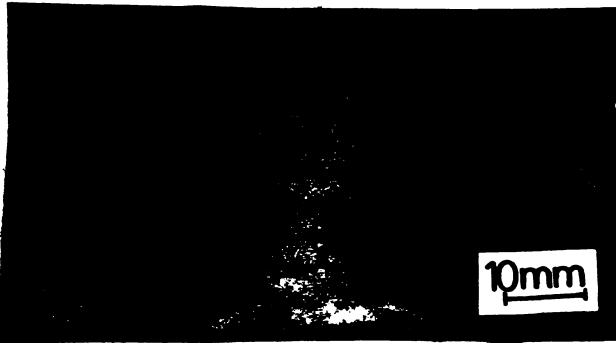


Fig. 5.10 - Macrostructura unei epruvete din probe F (electrozii SHV1) nikel 10%

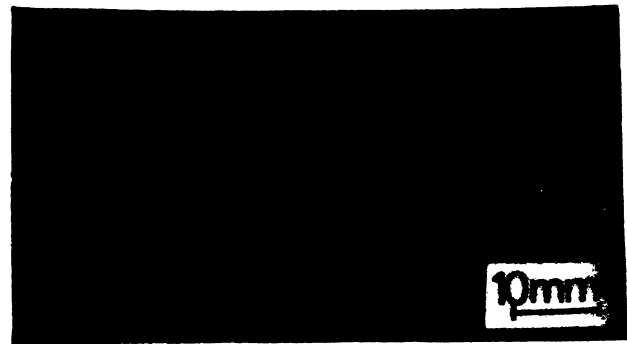


Fig. 5.11.- Macrostructura unei epruvete din proba B (electrozii EB-3) nikel 10%

### 5.2.3.2. Examinări microscopice

Examinările microscopice s-au făcut la măști de 100 x ca zone diferite pe epruvete sudate conform fig. 5.12 în scopul evidențierii constituențelor structurale produși sub influența ciclului termic la sudare și a depistării unor eventuale fisuri sau microfisuri.

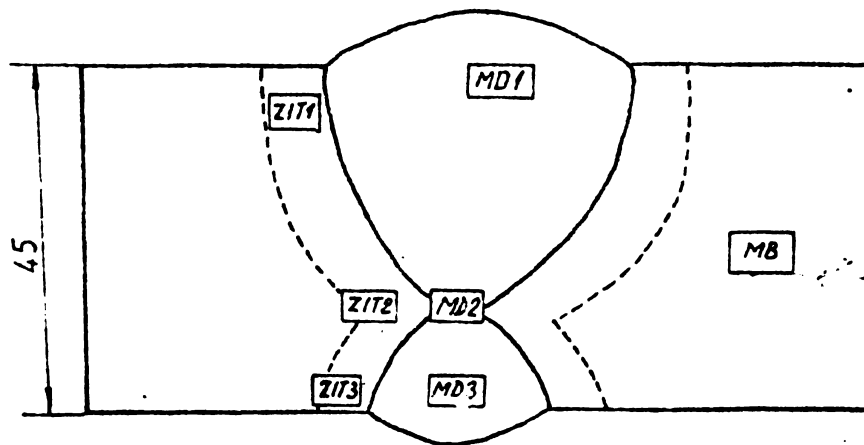


Fig. 5.12. - Zone ale îmbinării din care s-a făcut examinarea microscopică.

Pentru examinare s-au pregătit două epruvete, una sudată cu electrozi SHV1 mareașă F și una sudată cu electrozi EB-3 mareașă B. Pe aceste epruvete s-au făcut examinările microscopice.



1. In cazul epruvetelor marcate cu F sudate cu electrozi SHV1 s-a constat:

In metalul de bază MB e structură ferito-perlitică in benzii de laminare de puncteaj 3, conform STAS 7626-66, proporția conști-tuenților 25/75 conform STAS 5490-71, grosimea grăuntelui real fiind aproximativ 8, după cum se vede in fig. 5.13.

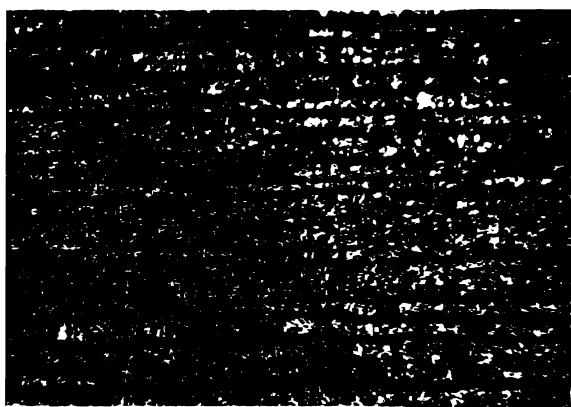


Fig. 5.13. - Microstructura in MB epruvetă F (electrozii SHV1) x 100 nital 2 %.



Fig.5.14. - Microstructura in MB1 x 100 epruvetă F, nital 2 %.

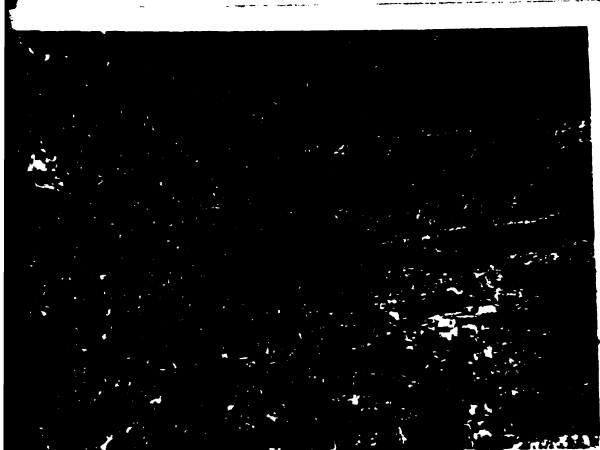


Fig. 5.15. - Microstructura in MB2 x 100, epruveta F, nital 2 %.

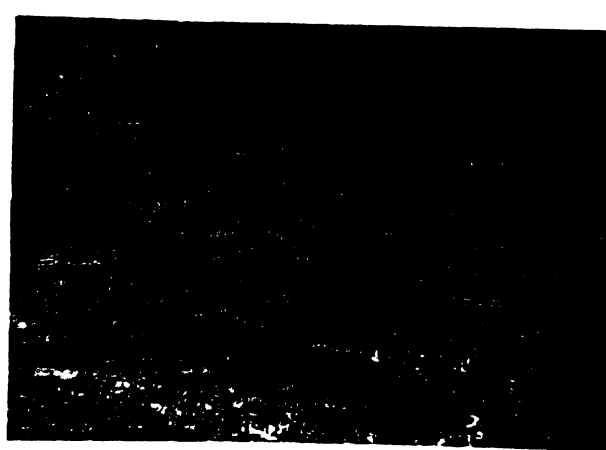


Fig.5.16. - Microstructura in MB3 x 100 epruvetă F, nital 2 %.

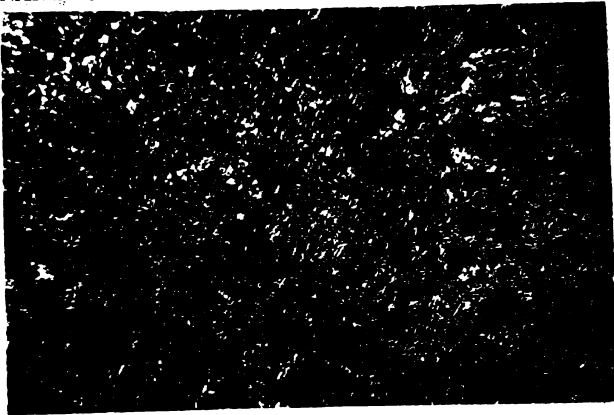


Fig. 5.17. - Microstructura în ZIT1 x 100 epruveta F nital 2 %

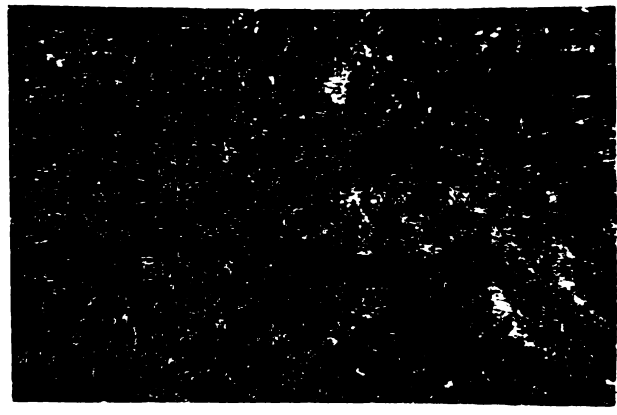


Fig. 5.18. - Microstructura ZIT 2 x 100, epruveta F, nital 2 %.

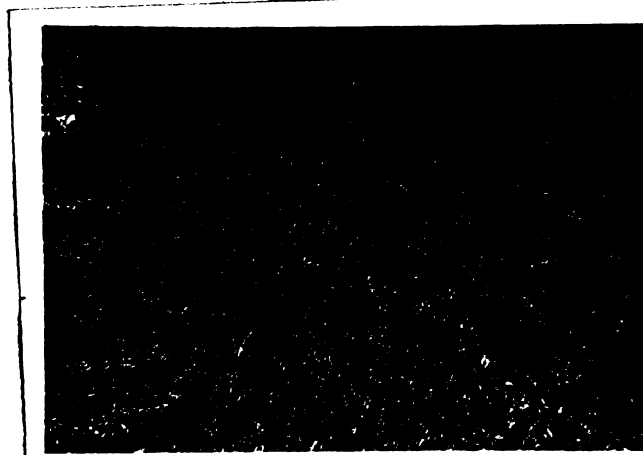


Fig. 5.19. - Microstructura în ZIT 3 x 100, epruvetă F, nital 2 %

În zona cazăturii investigate pe trei nivele la extremitatea deschiderii mari a restului ND1, în zona rădăcinii, ND2 și la extremitatea deschiderii mici ND3, se constată o structură ferito-perlitică specifică de turnare, cu dentrite alungite pe direcția fluxului termic, după cum se vede în figurile 5.14, 5.15, și 5.16.

- În zona influențată termic, investigate de asemenea pe trei nivele se constată în ZIT1 aceeași structură ferito-perlitică, ferrite prezentând slab aspect axicular, grăunți de sărime reală cca. 7-8, proporția constituenților fiind cca. 60/40 fig. 5.17. În nivelele ZIT2 și ZIT3 se păstrează în general aceeași structură ca și în zona 1, cu deosebirea unei ușoare creșteri a proporției constituenților care ajunge la cca 65/35 și sărimea grăuntelui real aproximativ 7-8. Fig. 5.18 și 5.19.

2. In cazul epruvetelor marcate cu B și sudate cu electrozi EB-3 s-a constatat:

- in metalul de bază MB structura este ferite-perlitică, de punctaj 5 conform STAS 7626-66, proporția constituenților este de ordinul 20/80, mărimea grăntelului real 9 Fig. 5.18.

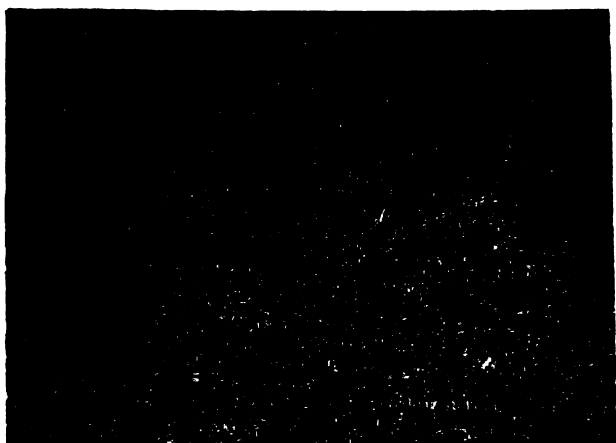


Fig. 5.20. Microstructura în MB x 100, epruvete B, nital 2 %

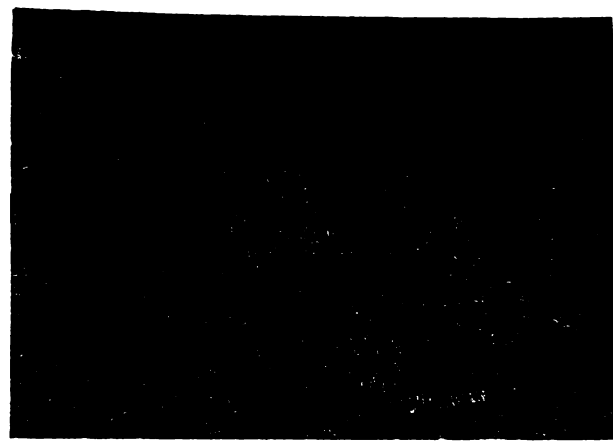


Fig. 5.21. - Microstructura în MB1 x 100, epruvete B, nital 2 %

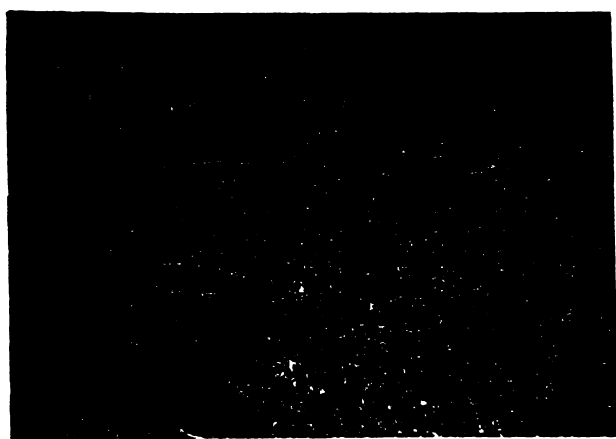


Fig. 5.22. - Microstructura în MB2 x 100, epruvete B, nital 2 %

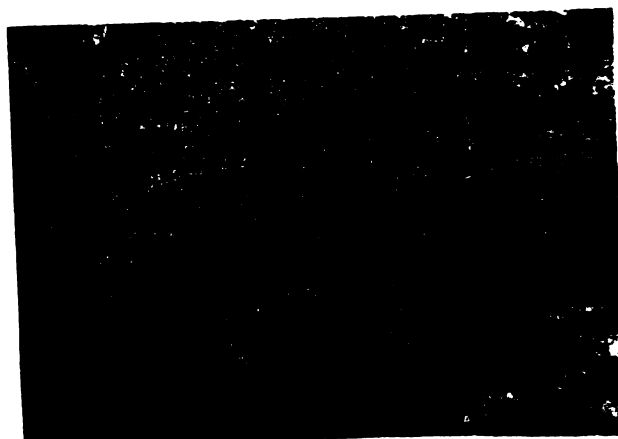
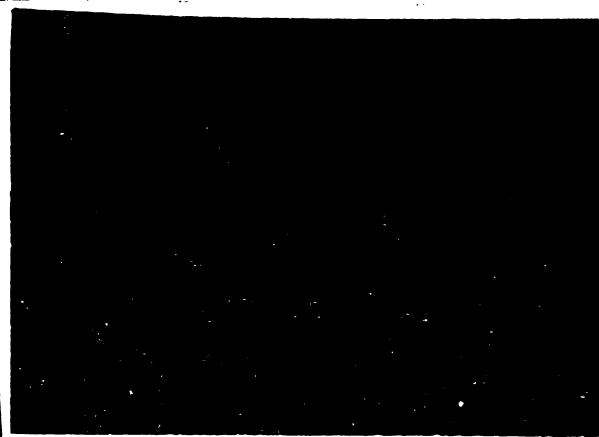


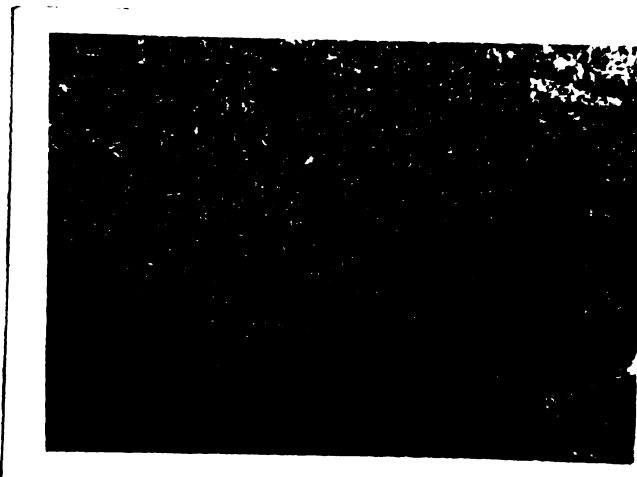
Fig. 5.23. - Microstructura în MB3 x 100, epruvete B, nital 2 %



**Fig. 5.24. Microstructura in ZIT1 x 100, epruvetă B, nital 2 %**



**Fig. 5.25. - Microstructura in ZIT 2 x 100, epruveta B, nital 2 %**



**Fig. 5.26. - Microstructura in ZIT3 x 100, epruveta B, nital 2 %.**

- in metalul cazăturii MD1; MD2 și MD3 se prezintă aceeași structură ferito-perlitică de turnare, cu dendrite orientate pe direcția fluxului termic Fig. 5.21; 5.22; și 5.23.

- in regiunile zonei influențată termic ZIT1, ZIT2 și ZIT3 transformările sînt similare celor produse la sudarea cu electrozudul SHV1. Ferite are aspect acicular, grăunții cu mărimea reală 8 conform STAS 5490 - 71, proporția de perlită este în creștere iar a constituenților este aproximativ de 60/40 după cum se constată în fig. 5.24 ; 5.25; și 5.26.

### 5.3. Studii și cercetări pentru realizarea de noi sorturi de electrozi indigeni.

Paralel cu studiile referitoare la comportarea și caracteristicile ce prezintă electrozii de fabricație indigenă EB - 3 în comparație cu electrozii de import SHV1 la sudarea oțelului cu grăunție fină elaborat de C.S.Galați, s-au întreprins cercetări în laboratoarele Catedrei de utilaj și tehnologia sudării pentru realizarea de noi sorturi de electrozi indigeni.

În cadrul cercetării s-au elaborat 11 rețete de electrozi cu caracter experimental dintre care 5 variante cu sîrmă nealiată și 6 cu sîrmă aliată.

Deterită greutatea întâmpinată la punerea în fabricație a acestor sorturi la fabricile producătoare, nu s-au putut obține pînă la sfîrșitul anului 1979 decît o cantitate foarte mică din 5 sorturi din cele 11. În consecință nu s-au putut realiza probe concludente asupra caracteristicilor mecanice și metalurgice a unor întîlnări sudate executate cu aceste sorturi de electrozi, decît probe de comportare metalurgică la sudare. Dintre sorturile încercate la comportarea metalurgică, sorturile numerotate cu 3 și 11 au avut o topire bună, fluidă, fără stropi, promițînd astfel, cu eventuale îmbunătățiri, să se poată realiza electrozi corespunzători cerințelor de calitate pentru sudarea acestor oțeluri. În baza rezultatelor esei mult decît promițătoare și a cercetărilor care sînt în curs de desfășurare, se vor putea trece concluzii care să permită trecerea la elaborarea unor sorturi de calitate, care să poată înlocui cu succes electrozii de import cu electrozi de concepție și fabricație românească.

### 5.4. Concluzii

1. Valorile comparative obținute pe probe sudate din oțel R 52-7a/S1 elaborat de C.S.Galați cu electrozi EB-3 în curs de omologare, produși de ISPS Duzău și respectiv SHV1 de import, permit să se trage următoarele concluzii: /130/

- electrozii EB-3 au o comportare la sudare similară cu SHV-1 Phoenix Union, concretizată printr-o atropire redusă, pot fi dirijate ușor în procesul de topire, degajă o cantitate relativ puțină de gaze, învelișul este bun agurifiant și agure produsă are un coeficient ridicat de contracție și se înlătură ușor prin simplă ciocănire;

- s-a sudat cu arc scurt care a fost menținut sub protecția eroderului învelișului și cu pendulări ușoare în limitele admise unei înălțimi minime a trecerii;

- având un înveliș basic, electrozii s-au uacat înainte de utilizare, în cuptor la 250 - 300°C timp de 1,5 - 2 h.

În condiții de șantier va fi necesar să se păstreze la sudarea în cutii metalice încălzite cu rezistențe electrice la cca 80°C.

- rezultatele încercărilor mecanice de duritate (fig. 5.4. ... 5.9) și a examinărilor metalografice (Fig. 5.10 - 5.26) ale probelor sudate cu electrozii indigeni EB-3 sînt sensibili egale cu cele obținute la probele sudate cu electrozii de un sort SHV-1.

Față de cele de mai sus se apreciază că electrozul EB-3 poate înlocui cu succes electrozul de import SHV-1 la sudarea oțelului cu granulație fină R 52-7a/S1 ce se utilizează la construirea rezervorilor sferice, în locul oțelului de import SH 36 S.

2. În baza contractelor de colaborare din 1979 cercetătorii s-au elaborat opt rețete de noi electrozi înveliți după concepții originale dintre care s-au realizat cinci sorturi de electrozi. Dintre aceștia s-au selecționat trei sorturi. Acești electrozi asupra probelor arată o bună comportare la topire, cu stropire normală. În vederea finalizării acestora, la încheierea aceste lucrări, sînt în curs de elaborare epruvete pentru încercări mecanice și analiză chimică a metalului depus, după care urmează să se treacă la definitivarea rețetelor, realizarea lotului de încercări pentru ocologare.

3. În vederea finalizării cercetărilor pentru crearea de noi sorturi de electrozi pentru sudarea oțelurilor carbon cu granulație fină, ICMRIG a încheiat un nou contract de colaborare științifică cu Catedra de utilaj și tehnologia sudării din I.P. Timișoara, în care se prevede ca acestea se vor termina la sfîrșitul anului 1980.

**Cap. 6. Studii și cercetări referitoare la tratamentele termice de detensionare după sudare a rezervoarelor sferice din otel indigen R52-7a/01 de 45 mm grosime și 34 segmente.**

În planul de tehnică nouă al P.C.M.R.I.C. au fost cuprinse, între altele, și realizarea unor instalații cu care să se poată executa pe gantiere tratamente termice de detensionare după sudare a corpurilor cilindrice agabaritice cu gaze de ardere, cuorinsind ulterior și rezervoarele sferice, în vederea stabilirii unor eforturi valutară importante. În baza contractului de colaborare științifică nr. 199/1976 încheiat între P.C.M.R.I.C. București și catedrele de Utilități și tehnice sudării și termotehnică și mașini termice. Instalația pentru tratamentul termic al recipientelor agabaritice de formă cilindrică s-a realizat, angajat și a intrat în producție cu rezultate bune.

În baza actului adițional nr. 1/1978 la contractul inițial, aria de studii și cercetări s-a extins și asupra realizării unei instalații similare pentru tratamentul termic al rezervoarelor sferice /13, 134/.

**6.1. Considerații asupra schemelor tehnologice posibile de aplicat.**

Studiile și cercetările s-au axat pe analizarea a patru scheme tehnologice de tratamente termice posibil a se aplica la rezervoare sferice:

- schemă unei instalații de tratament termic a corpului integral cu fluid fierbinte produs de un generator montat în afara sferei și vehiculat prin interiorul acesteia, similară cu cea a procedurii pentru traterea termică a corpurilor cilindrice tip URS.- 1 G. - fig. 6.1;

- schemă similară cu cea din fig. 6.1 însă cu vehicularea fluidului fierbinte prin exteriorul sferei - fig. 6.2;

- schemă idem însă cu vehicularea fluidului fierbinte vehiculat prin interiorul și exteriorul sferei;

- schemă idem avînd un arzător montat în gtuțul polar superior al sferei cu arderea și fierbîrea în sferă (această schemă poate avea montat arzătorul în gtuțul polar inferior, sau două arzătoare montate câte unul în fiecare gtuț). fig. 6.3.

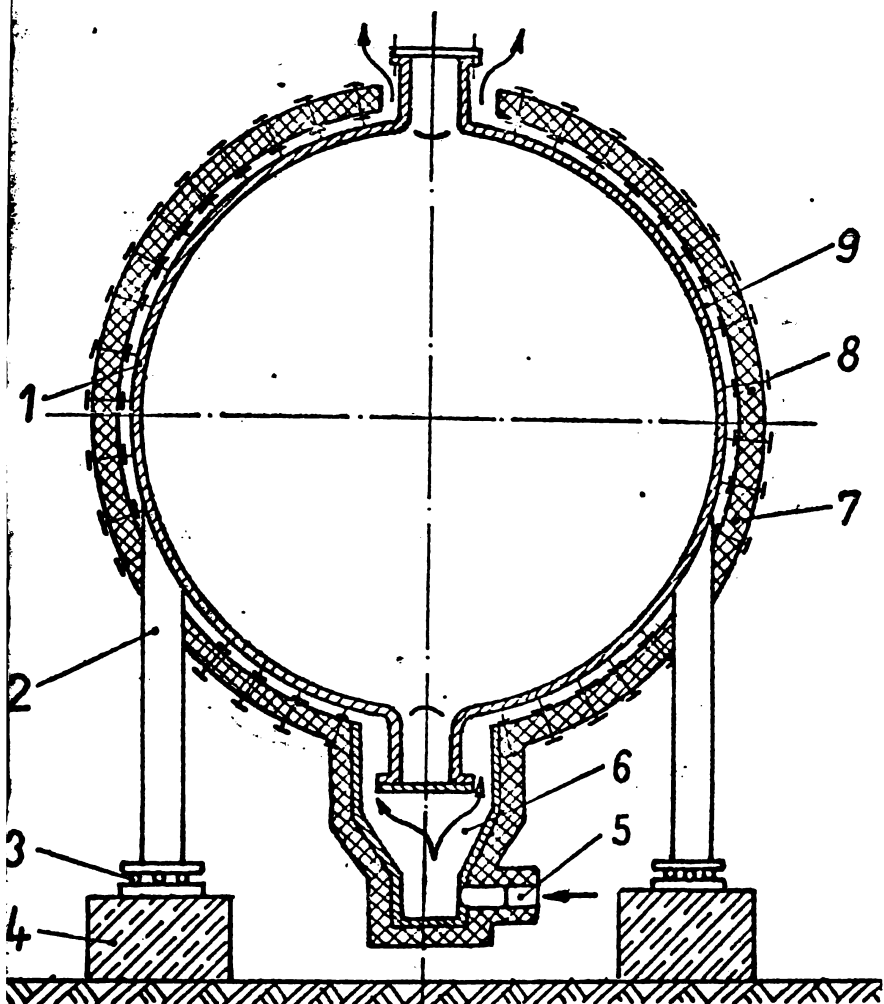
Între schemele de mai sus prime și ultime prezintă interes pentru a fi luate în considerare; celelalte două prezintă dezavantaje vădite atât tehnice cât și în daosebi economice din care cauze nu se recomandă.





Fig. 6.2.

Schemă de tratament termic al rezervorului sferic cu vehicularea fluidului fierbinte în exteriorul sferei.



1. rezervor sferic;
- 2.-scafodaj de susținere;
- 3.-rele;
- 4.-fundăție;
- 5.-racord de intrare a gazelor calde;
- 6.-cameră de distribuție;
- 7.-izolație termică;
- 8.-dispozitiv de susținere a izolației;
- 9.-spațiu pentru circulația gazelor.

Gaz combustibil ( $C_2H_4$  sau  $C_3H_8$ )

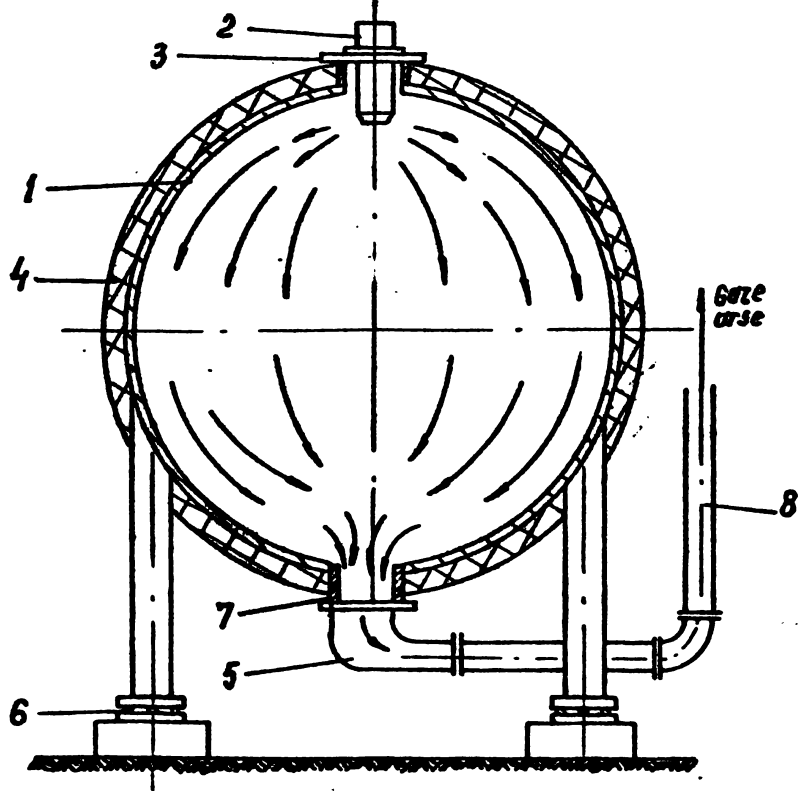


Fig. 6.3.

Schemă de tratament termic al rezervorului sferic cu agitatorul montat în interiorul sferei

1. Mantoua sferei;
2. Agitatorul;
3. Flanșă stufului;
4. Izolație termică;
5. Cot tub evacuare gaze calde;
6. Rulmenți pentru mobilizarea sferei pe parcursul tratamentului termic;
7. Stuf  $\varnothing$  500 mm;
8. Conducță evacuare gaze.

Se remarcă că schema din fig. 6.1. este bazată pe un principiu original al cercetătorilor, printre care se numără și autorul prezentei teze de doctorat, principiu care stă la baza realizării stației de tratamente termice cu fluide fierbinți a recipientelor agabaritice tip UDEC-10A/134/ cu care s-au tratat termic începând din luna februarie 1980 pentru prima dată în țară, în condiții de gantier recipientii cilindrici de mare capacitate cu o instalație de concepție și realizare românească (camerere de coacșare dela Rafinaria Borșești, Recipientii diferiți la Combinatul Petrochimic Ritești, etc.).

În schema tehnologică - fig. 6.1. - fluidul fierbinte este livrat de un generator de gaze fierbinți și de unde este introdus în interiorul sferei prin țuțul inferior. Pentru a se putea realiza o uniformizare a circulației fluidului fierbinte și o "spălare" a întregii suprafețe interioare a sferei, la această sferă se preconizează ca însuflarea fluidului cald să se facă prin trei ajutoaje, 20, 21, 22, deasupra fiecăruia fiind montat câte un deflector, 23, 24 și 25.

Generatorul de gaze fierbinți ce se propune să se utilizeze pentru tratamente termice de detensionare a sferelor integrale, în condiții de gantier cu fluid fierbinte însuflat din exterior, având capacitate de 1000 mc și 1800 mc, care se construiesc în țară, (ultimul în curs de construire al prototipului experimental) precum și pentru cele de 4000 mc preconizate să se construiască în viitor, nu are un model de referință, după informațiile ce le deținem, nici o țară industrializată din lume. Asimilarea în concepție originală, proprie cercetătorilor, bazându-se pe principiu și rezultatele obținute la tratamentele termice executate până în prezent cu instalația pentru corpurile agabaritice, arată mai sus.

În schema din figure 6.3. arzătorul este montat în interiorul sferei. Această schemă tehnologică este foarte răspândită și a fost folosită la noi în țară la toate tratamentele termice ale sferelor și recipientelor cilindrici, care s-au executat pe gantier de către firma Cooperheat (la recipientii cilindrici, la ore actuale, tratamentele termice de detensionare a corpului integral se execută cu instalația originală românească tip UDEC-10A, rod al runcii de colaborare între I.C.M.R.Ș.C. București și Catedrele de Termotehnică și Inginerie termică și de Utilaje și Tehnica sudurii de la Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara. /134/

La această schemă - fig. 6.3. - se utilizează unul sau două arzătoare montate în tușurile polare ale sferei în care condiții flacăra arde în interiorul acesteia. Această schemă prezintă dezavantaje care pot genera scurtarea perioadei de utilizare a recipientului respectiv față de principiul procedurii, care stă la baza realizării instalației UJEC-1 3., care în locul flăcării însuflă în interiorul recipientului de tratat termic un fluid fierbinte complet neutru, în principiu astfel se fundamentează și schema de tratament termic a coroului integral al rezervorilor sferice în curs de realizare. Dezavantajele ce le prezintă această instalație, indiferent cine o utilizează, prezintă următoarele dezavantaje față de instalația înzigenă pentru sfere în curs de realizare:

Arderile gazelor și cu atât mai virtos a combustibililor lichizi în caz de utilizare, cu flăcări în interiorul coroului de tratat termic, are inevitabil scăpări de particule în suspensie (carbon, sulf, etc.), ce usurează a unor ardere incomplete, care în condiții de lentier în mod deosebit nu se pot evita. Aceste particule odată fixate pe pereții recipientului, chiar la cele din oțel carbon, dar cu atât mai virtos la cele din oțeluri aliate, sînt surse sigure de coroziune care scurtează perioada de funcționare a recipientului, care se traduce în pierderi financiare importante;

- partea inferioară a calotei polare nu poate fi încălzită la temperatura de palier, decît cu luarea de măsuri speciale, ca aplicarea de rezistență electrică pe zone respectiv sau alte măsuri (Firma Cooperhit).

## 6.2. Unele considerații asupra schimbului de căldură între gazele de ardere și peretele sferic.

Încălzirea sfericului de la temperatura mediului ambiant la cea de palier, menținerea la aceasta și colorirea, se înfăptuiesc prin schimbul de căldură dintre gazele de ardere diluate cu aer și peretele sferic rece, prezintă următoarele faze:

- faza I este reprezentată de regimul nestaționar caracterizat printr-o anumită viteză de încălzire a peretelui sferic în funcție de coordonatele fiecărei punct și de timp. Această fază de încălzire dirijată durează pînă la atingerea unei temperaturi de echilibru de 500 - 650°C.

- faza a II-a regim staționar, caracterizat prin faptul că temperatura trebuie să aibă valoarea regimului de palier și durează un interval de timp determinat de calitatea și grosimea peretelui sferic, care se tratează termic;

- faza a III-a - regim nestaționar, de răcire, proces care decurge în mod dirijat pînă la cea 300°C, în scopul pentru a nu depăși o anumită valoare a vitezei de răcire impuse.

În calculele teoretice s-a avut în vedere faptul că diametrul sferei este foarte mare în raport cu grosimea mantalei, iar pentru simplificarea relațiilor de calcul și a nu se încărea inutil memoria calculatorului, în locul peretelui neomogen al sferei, s-a considerat peretele plan neomogen, format din două straturi (metal și izolație). Prin introducerea acestei ipoteze simplificatoare eroarea de calcul determinată nu depășește 0,5 %.

La întocmirea programului de calcul al schimbului de căldură, corectarea s-a bazat prin analogie pe considerațiile avute în vedere la stabilirea sistemului de ecuație ale schimbului de căldură în regim nestaționar pentru recipientii cilindrici /133/. În această lucrare de corectare s-au stabilit cinci ecuații pentru schimbul de căldură în regim nestaționar la recipientii cilindrici și s-au determinat coeficienții /de conversie , de radiație termică , de schimb de căldură dela peretele exterior la aerul din mediul ambiant, de transmitere al căldurii prin radiație dela peretele exterior la mediul ambiant/. Pe baza acestora corectarea a trecut la rezolvarea numerică al calculului schimbului de căldură între gazele de ardere și peretele sferei în regim tranzițiu pentru perioadele de încălzire și răcire cu ajutorul limbajului FORTRAN. În calcule corectarea a luat în considerare varianta corespunzătoare citorva debite de gaze și grosimi de izolație termică, care au fost prelucrate de corectare /134/. Pe baza datelor obținute s-au determinat parametrii aparatajelor cu care va fi însoțită stația pilot care se vor efectua încercări practice de aplicare a tehnologiei de tratamente termice a rezervoarelor sferice și se vor ridica diagrame corespunzătoare cu comandă și înregistrare automată. După determinarea parametrilor optima de ardere și repartizare uniformă a fluidului fierbinte pe suprafața interioară mantalei sferei, se va trece la tratamentele termice ale sferelor pe șantiere.

### 6.3. Considerații asupra calculului teoretic al consumului de gaze.

Calculul teoretic al consumului de gaze s-a făcut cu ajutorul relațiilor amintite, care au stat la baza corectării la corpurile cilindrice /133/ presupunându-se că arderea s-a desfășurat cu un coeficient al excesului de aer = 1,15 și cu folosirea unui gaz natural cu compoziția volumică:  $CH_4 = 92,79\%$ ;  $C_2H_6 = 5,11\%$ ;  $C_3H_8 = 0,93\%$ ;  $C_4H_{10} = 0,1885\%$ ;  $C_5H_{12} = 0,151\%$ ;  $CO_2 = 0,225\%$ ;  $H_2 = 1,143\%$ .

Pe baza acestora produsele ardării, puterea calorifică inferioară și entalpia teoretică sînt cele redată în tabelul 6.1. de mai jos.

În lucrarea de față nu se reproduc calculele teoretice efectuate ci numai unele rezultate sub formă de tabele care au condus la necesarul consumului de gaze pentru dimensionarea tipului de arzător, această întreprind cercetarea pentru realizarea etajului pilot pentru tratamentul rezervoarelor sferice este în curs de desfășurare.

Tabelul 6.1.

Nr. crt.	Denunirea	Notăția	Unitatea de măsură	Valoarea numerică	Obs.
1.	Origen minim	$O_{min}$	$m^3/m^3$	2,0744	
2.	Aer minim	$L_{min}$	"	9,9019	
3.	Dioxidul de carbon	$V_{CO_2}$	"	1,0570	
4.	Vapori de apă	$V_{H_2O}$	"	2,0452	
5.	Origen liber	$V_{O_2}$	"	0,3119	
6.	Acet	$V_{V_2}$	"	9,0079	
7.	Gaze totale	$V_{G^0}$	"	12,4214	
8.	Puterea calorifică inf.	$H_1$	$kcal/m^3$	8881,31	
9.	Entalpia teoretică	$I_0$	"	8966,71	

Cantitatea de aer secundar  $A_{1ar}$  necesară producerii temperaturii gazelor de ardere livrate de arzător pînă la temperatura  $t_g$  de intrare în sferă care urmează a fi detenționată, s-a determinat din relația bilanțului termic [130]:

$$I_0 + A_{1ar} = V_{CO_2} (i_{CO_2})_{t_g} + V_{H_2O} (i_{H_2O})_{t_g} + (V_{O_2} + 0,21 A) (i_{O_2})_{t_g} + (V_{N_2} + 0,79 A) (i_{N_2})_{t_g} \quad (6.1)$$

Rezultatele calculelor sînt cele redată în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2.

Nr. crt.	Temperatura gazelor de ardere la intrarea în sferă $t_g$	Cantitatea de aer secundar $A_{1ar}$	Voluntul amestecului $(A+V)_{t_g}$	Entalpia amestecului de aer secundar și gaze de ardere $(J_{am})_{t_g}$
	$t_g$	$m^3/m^3$	$m^3$	$kcal/m^3$
0				
1.	550	38,1664	50,7898	-
2.	600	33,4931	49,9145	-
3.	650	29,6166	42,0380	6381,1

0	1	2	3	4
4.	700	26,1544	38,5558	-
5.	750	23,2200	35,6414	7745,1
6.	800	20,8300	33,2514	-
7.	850	18,7500	31,1714	8528,7
8.	900	16,9895	29,4109	9085,0

Pe baza datelor experimentale făcute pe stația pilot dată cu o coloană cilindrică verticală și a celor teoretice, s-a constatat că în perioada stingerii temperaturii de palier în jur de 600-620°C, fluidul fierbinte intră în sferă cu temperatura  $t_{g_1} = 850^\circ\text{C}$  și iese cu  $t_{g_2} = 650^\circ\text{C}$ .

Cu determinările arătate mai sus și a calculului teoretic /133, 134/ s-au obținut rezultatele consemnate în tabelul 6.3. pentru cele trei tipuri de rezervoare sferice, dintre care primele se execută și ultimul urmează a se executa în viitor /134/.

Tabelul 6.3.

Nr. cre.	Capacitatea $m^3$	Diametru $m$	Suprafața exterioră $m^2$	Consum de gaze combustibile calculat $m^3/h$	Consum de combustibil majorat $m^3/h$
1	1000	12,40	483,0	195,80	215
2	1800	15,14	729,6	295,78	325
3	4000	20,00	1281,9	519,70	572

Pe baza datelor din tabelul 6.4. s-au determinat caracteristicile și tipul de arzător care se va folosi la stația pilot de tratare termică ale rezervoarelor sferice, ale cărui caracteristici s-au folosit la dimensionarea camerei de ardere și a generatorului de fluid fierbinte ce intră în sferă, precum și restul aparatelor de măsură, control și înregistrare automată a diagramei, etc. ce vor forma complexul stației pilot fig. 6.1.

Avându-se în vedere că rezervoarele sferice și alte corpuri agabaritice de mare capacitate se amplasează și pe platforme lipsite de gaze combustibile și ținând seama de dispozițiile de obținere a gazelor pentru stația pilot s-a ales și comandat la I.C.N.A. Cluj-Napoca arzătorul GIF-5 care poate utiliza ca fluide combustibile gazele naturale, gazele de sondă ale săruri și combustibilii lichide

și cu următoarele caracteristici: debit maxim  $440 \text{ m}^3/\text{h}$ , debit minim  $190 \text{ m}^3$ , presiunea în arzător  $2170 \text{ mm c.A.}$ , presiunea gazului la intrarea în arzător  $0,4 \text{ g l bar}$ , debit nominal aer primar la ventilator  $4700 \text{ m}^3/\text{h}$ , căderea de presiune de aer  $110 \text{ mm.c.A.}$

Instalația de automatizare electronică pentru comanda automată de alimentare electrică, pornire, oprire; citirea și înregistrarea automată a diagramelor de detensionare, cuprinsă într-un panou centralizat, se preconizează a fi similară cu cea a instalației de tratamente termice a corpurilor cilindrice agabaritice tip UDSC-1-GA.

#### 6.4. Cercetări de model la scară redusă pentru detensionarea circulației fluidului în interiorul sferei.

Cunoașterea circulației fluidului în interiorul sferei este de o importanță esențială deosebită de această depinzând reușita procesului. Este cunoscut după cum s-a arătat mai sus, că firmele străine care au executat tratamente la sferă la noi în țară nu au putut realiza temperatura de palier la baza sferei cu procedul de ardere în interiorul sferei, aceasta realizându-se cu rezistențe electrice montate pe partea exterioară a părții insuficient încălzită. Pentru o precizare a acestui lucru cercetarea preconizată urmărește aerului colorat înflăcărat într-o sferă de sticlă de  $\varnothing 400 \text{ mm}$  și montarea în interior a diferitelor dispozitive care să oblige fluxul de aer să "apele" întreaga suprafață interioară a sferei. Numai după obținerea de rezultate concludente se va trece la executarea de astfel de dispozitive care se vor monta în sferă cu care va fi dotată stația pilot pentru experimentări, sfera de sticlă este achiziționată, urmând a începe cercetările respective în laboratoarele Catedrei U.T.C., Timișoara.

#### 6.5. Concluzii

Din cele expuse mai sus se desprind următoarele concluzii:

- Tratamentele termice de detensionare a rezervoarelor sferice este posibil a se realiza cu o instalație indigenă;
- În baza experienței câștigate la tratamentele termice de detensionare a celor două camere de coc de la Rafinăria Borșești și a altor recipiente cilindrice la C.P. Pitești, etc. cu instalația tip UDSC-1-GA, se recomandă experimentările ce se vor face pe stația pilot în curs de realizare în cadrul contractului de colaborare, să se facă cu schema care prevede producerea fluidului fierbinte într-un generator special și în suflarea în sferă la o temperatură variabilă ( $450 - 850^\circ\text{C}$ ) după un program prestabilit;

- sistemul electronic de comandă, control și înregistrare se propune deosebit de a fi similar cu cel al stației dimensionată pentru corpuri cilindrice UNEC-1-GA.

- ținând seama de numărul relativ mare al rezervoarelor sferice constituite deja și unele în curs de montaj și care așteaptă să fie montate termic pentru a fi puse în circuitul economic cu instalația ce se preconizează a se înfăptui până la sfârșitul anului 1960 se va putea realiza un volum important de economii valutare vest;

- concluziile studiilor și cercetărilor ce se vor efectua în laborator pentru determinarea circulației fluidului în afara de sticlă și a formei dispozitivelor, vor permite construirea de astfel de dispozitive pentru stația pilot și în rând cu scară industrială (termenul contractual pentru finalizarea studiilor experimentale și consviliere este 30 decembrie 1960)

#### Cap. 7. Măsuri de protecția muncii.

La montajul, asamblarea și sudarea în condiții de șantier a ambelor categorii de rezervoare de mare capacitate, cilindrice și sferice, în ceea ce privește măsurile de protecția muncii, s-a ținut seama de următoarele:

- lucrările urmasă a se extinde pe o perioadă de timp de cea. un de zile, în condiții deci dictate de variațiile de temperatură, ploaie, vânturi, etc.;

- lucrările urmasă a se desfășura pe o arie foarte largă atât pe orizontală, cât și pe verticală, de gabaritul acestora între care diametrul de peste 60 m și înălțimea de aproape 20 m;

- subansamble în greutate până la cea 5 t ce urmasă a se manipula, ridica și monta la înălțimi de cea 20 m;

- manipulari de dispozitive grele în tot acest spațiu;

- aglomerari de utilaje și forță de muncă suprapuse pe diferite nivele până la cea. 20 m.

- instalații electrice de lumină și forță; migrații de cabluri electrice de forță pentru alimentarea macaralelor pistol care circula în jurul rezervoarelor; micari de cabluri electrice pentru sudare, etc.

- lucrari în câmpul de acționare a macaralelor mobile care vor manipula și ridica subansamblele pentru montaj, etc.

Ținând seama de cele de mai sus s-au luat următoarele măsuri pe tot timpul desfășurării lucrărilor:

- s-au prelucrat cu întreg colectivul tehnologiile de montaj și sudare;



- s-au prelucrat normele N.T.C. generale specifice montajului și lucrărilor de înălțime;
  - s-au prelucrat săptămânal cu întreg colectivul măsurile specifice lucrărilor care se vor efectua în săptămâna respectivă:
  - întreg personalul care a avut tangență cu lucrările din aria șantierului, a fost obligat să poarte cască de protecție;
  - s-au verificat la începutul lucrului de către personalul de specialitate starea utilajelor, bransamentele electrice; starea cablurilor electrice de forță, lumina și electrice, fiind înlocuite cele găsite cu nivele sub izolat defect; s-au înlăturat cablurile electrice găsite nepapucite și necesitare; s-au verificat toate punerile la pământ;
  - sărări și ajutoarele lor au fost echipați cu haine protecție curate și corespunzătoare;
  - schimbarea electroșilozilor s-a urmat și iapuz s-a se facă exclusiv cu mînușile de protecție pe mînă;
  - s-au montat sărări și pedete cu balustrade atât la interiorul cit și la exteriorul rezervoarelor necesare lucrărilor de montaj și sudare.
  - iluminatul la locul de muncă s-a făcut exclusiv la tensiunea de 24 V;
  - Șeful de lot, maistrul și șefii de echipă au fost obligați să-și însușească toate măsurile necesare a se lua la cunoștință la actul de lucrări pentru prevenirea accidentelor de muncă prevăzute în legi, regulamente, normative, instrucțiuni, etc. în vigoare.
- După finalizarea cercetării, cînd se vor face experimentările cu stația pilot și cînd se va trece la efectuarea de tratamente termice la scară industrială, se vor completa instrucțiunile cu cele referitoare la utilizarea saelor de ardere.

### Partea a III-a

#### Cap. 8. Aplicații industriale și aspecte economice.

##### 8.1. Aplicații industriale.

După omologarea marilor rezervoare cilindrice construite pentru prima dată în țară s-a trecut la elaborarea unei tehnologii definitive de montaj și sudare /25-27/ a acestora. Tehnologia s-a fundamentat pe matricea celui din documentația tehnică și a beneficiat de rezultatele studiilor și cercetărilor precum și de inițiativele de aplicare a unor soluții determinate pe șantier. Pe baza acestei tehnologii s-a trecut la construirea în număr din ce în ce mai mare a rezervoarelor cilindrice de mare capacitate atât pe șantierele industriale chinice din țară, cit și pe cele din străinătate din

cadrul contractelor încheiate cu întreprinderea de comerț exterior ARCOM cu parteneri externi.

În ceea ce privește rezervoarele sferice, construite în număr mare la noi în țară de diferite capacități și forme geometrice ale segmentelor, problema s-a redus doar la adoptarea noii geometrii a segmentelor și așezarea lor ca la o minge de fotbal la poli și felii de portocală în zona ecuatorială. Sarcina constructorilor în acest caz s-a redus la aplicarea unei tehnologii corecte de montaj și a adoptării la noua situație a celei de sudare. După realizarea primelor rezervoare etite de T.C.M.R.I.C. etite și de T.M.U.Ch.E. s-a trecut la construirea primei serii de 32 bucăți pe gentierele din țară din oțel de import BH 36S. După această serie s-a trecut la construirea de rezervoare sferice cu noua geometrie a segmentelor din oțel indigen R 52-7 a/SI de 4 mm grosime, care comportă obligatoriu tratament termic de detensionare după sudare. Acest tip de rezervor cu 34 segmente și noua geometrie a acestora a început să se construiască și în cadrul contractelor ARCOM cu parteneri externi.

### 3.2. Aspecte economice.

A. La rezervoarele cilindrice de mare capacitate aspectele economice favorabile s-au concretizat prin următorii factori:

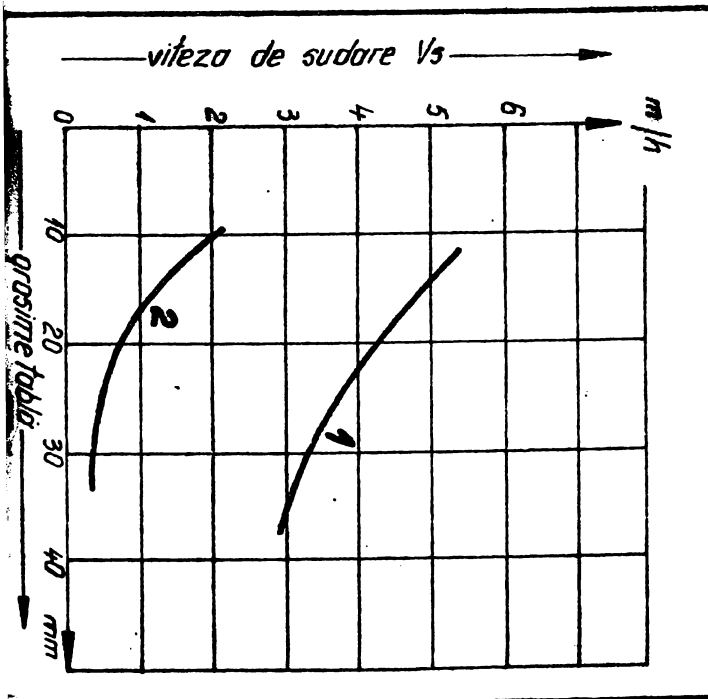


Fig. 5.27. Creșterea productivității sudării prin aplicarea procedurii de sudare automată în  $CO_2$  cu sursă cu mieș de flux față de aplicarea procedurii de sudare manuală cu electrozi înveliși.

- Cu introducerea sudării automate în  $CO_2$  a îmbinărilor verticale s-a mărit productivitatea în proporție de 1 la 3 față de cea manuală, fig. 5.27. și a celor circulare cu sec. 1 la 8 și făcându-se o medie ponderată se ajunge la o proporție per total rezervor și ambele mașini creșterea generală a productivității în proporție de 1 la 7. Cantitatea totală fiind de 2900 kg material de adeziv rezultă la sudarea automată în  $CO_2$  cu mașinile

Fortanțele și Circumstanțe deosebite de natură umană și eficiența economică de lei 75.000 pe rezervă;

- Încalzirea materialului tău cu scopul pe linie scurtă în jurul rezervării obligator și stabilită pe testă durate lungilor de montaj etc. 8 luni, cu unu pe puncte necesare unui etc. 30 zile pe durata montajului, are o eficiență economică de: (22.10.8.00) = (20.10.100) = 125.100 = 25.000 = 25.000 lei pe rezervă.

- economii de materiale prelucrate prin îmbunătățirea capacității de susținere a materialului cuprins și punându-se pe timpul montajului cu unu realizabil, cuprins din motive cu care se face economii de construcție metalică care se deșină prin tăiere cu flacăra pentru economii, se economisesc și de 2000 kg . 10 lei = 20.000 lei pe rezervă.

Eficiența economică per puncte este de etc. 125.100 lei.

- eficiența economică în construcția de valuri vest se economisesc și de 125.000 : 4 = 31.250 lei valuri per rezervă.

2. la rezervarea electrică în baza studiilor și cercetărilor a constatându-se că electroada rezistență este în cazul de construcție peste înălțimi cu scopul electricității de import este ceține care se realizează o eficiență economică de etc. 25.000 lei valuri vest per rezervă.

Tot la acest tip de rezervă prin tratamentul termic al corpului integral cu media fluid fierbinte înăuntru în interiorul scuturării care se va efectua instalația ce este în cazul de construcție și montajului se va realiza o eficiență economică de 75.000 lei valuri vest pe rezervă.

Se susținându-se ca instalația de tratamente termice a corpului cilindrică aglomerată integral cu fluid fierbinte înăuntru, rezultă și similitudină constructivă de construcție științifică între 20.000, 100, și 200000 U.S.A. și 20.000 și 200.000 și altele principii și metodele care la baza viitoare instalații, și în baza tratamentului termic aplicat la două cazuri de construcție date tehnicile lucrări și realizând studiile unui efect valuri vest de 250.000 lei valuri.

În construcția eficiențe economice între anul 1975 - 1980 este:

- la rezervarea cilindrică în jurul etc. 20 . 125.000 = 2.500.000 lei
- idem peste întreg etc. 10 . 25.000 = 250.000 lei valuri
- la rezervarea electrică prin încălzirea electrică etc. 20 . 25.000 = 500.000 lei valuri
- idem prin trat. termic etc. 20 . 75.000 = 1.500.000 lei valuri

### 8.3. Obiectivele de finalizare ale cercetărilor în perspectivă.

#### 8.3.1. Studiul și rezultatele finalizării studiilor și cercetărilor la încheierea lucrării.

Studiile și cercetările desfășurate în baza contractelor de colaborare științifică încheiate în perioada 1976 - 1980 între T.C.M.R.D. București și Catedrele de utilizaj și tehnologia sudurii și Termotehnică din Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara, la terminarea lucrării de față se găsesc în etapele următoare (contract 199 - 1976 și act adițional nr. 1 din 10.06.78 și nr. 75 din 12.03.1980.

Studiile și cercetările referitoare la tehnologia sudurii și tratamentul termic înainte de sudare cu mijloace adecvate și de detensionare după sudare a camerelor de coasare dela Rafinăria Ibrani și Berzești s-au finalizat pozitiv atât în ceea ce privește procedul de sudare cât și a tratamentului termic a corpurilor cilindrice integrale cu gaze de ardere. Pentru tratamentul termic de detensionare a corpurilor cilindrice agabaritice integrale cu gaze arse, s-a realizat și omologat prin instalație bazată pe un principiu original de acest gen din țară și străinătate, cu care s-au tratat termic camerele de coasare dela Berzești, eliminând dela estfel de lucrări forma din vest Cooperneat.

- Studiul și cercetări referitoare la înlocuirea electrozilor înveliți pentru sudarea ștelurilor carbon cu granulatie fină cu electrozi indigeni au concluzionat că electrodul M-3 fabricat de I.S.P.S. Bazau poate înlocui cu succes electrodul de import SHV - 1, iar crearea de noi surturi pe baza de rețete originale ale cercetărilor sînt în curs de desfășurare cu termen final - sfârșitul anului 1980. S-au realizat probe din 4 din cele 8 rețete elaborate, de comportare la sudare și sudate pentru analizaarea metalului deșus. Cercetarea este în plină desfășurare cu termen de finalizare dec. 1980.

- Studiile și cercetările referitoare la tratamentul termic de detensionare după sudare a sferei integrale cu mediu fierbinte înсуflat, în condiții de șantier, sînt axate pe cele care stau la baza realizării stației de tratamente termice a recipientilor cilindrice tip UDC - 1 GA. Pînă la încheierea lucrării de față, pe baza studiilor teoretice și experienței obținute la tratamentele termice executate în aceasta (Berzești, Ritești, Azur), s-a ajuns la concluzia că viitoarea stație sa fie construită pe baza aceluiași principiu și moduli, care prevede ca fluidul fierbinte sa fie înсуflat în sferă. Ca atare s-a dimensionat și ales, dimensionat și comandat tipul de arzător, s-au făcut comenzile camerei de arzător,

ardere și livrare fluid fierbinte, s-au dimensionat și comandat restul aparatajelor.

Pe același principiu și model s-a preconizat și realizarea stației de alimentare, comandă, citire și înregistrare a diagraamelor, după care s-au determinat caracteristicile aparatajelor electrice și electronice.

În concluzie, faza acestei acțiuni de studii și cercetare este în stadiu de începere a lucrurilor de montaj a stației pilot;

Rezultatele finalizării studiilor și cercetărilor până acuma se concretizează în:

- construirea în țară a cea. 20 rezervoare cilindrice de mare capacitate la Combinatele petrochimice Borzești, Brasi, Teleajen, Pitești și Măvedari;
- construirea peste hotare a cea. 10 rezervoare cilindrice de mare capacitate peste hotare (Siria, Pakistan, etc.);
- Montarea și sudarea a două rezervoare sferice cu noua geometrie a segmentelor din prima serie de acest tip;
- efectuarea de tratamente termice de detensionare a recipientilor agabaritiei integral cu fluid fierbinte la camerele de cocere de la Rafinăria Borzești și a unor recipiente la C.F. Pitești și Azur Timișoara.
- s-a concluzionat ca electrodul românesc K23 poate înlocui cu succes electrodul de import SSV1.

### 8.3.2. Obiectiva de perspectivă

În cadrul contractelor de colaborare științifică arătate mai sus, studiilor și cercetărilor viitoare la revine sarcina de realizare a următoarelor obiective de perspectivă:

- finalizarea în cadrul termenelor contractuale ale maiilor sorturi de electrozi înveliși pe baza de rețete originale pentru înlocuirea electrozilor de import pentru sudarea oțelurilor carbon de 45 granulație fină elaborate în țară până la 31.12.1980;
- determinarea circulației fluidelor în rezervoarele sferice pe baza de cercetare experimentale pe modele la scară redusă în laborator, pentru a se putea crea condiții similare în camerele de dimensiuni industriale până la sfârșitul lunii august 1980;

## Cap. 9. Considerațiuni finale și contribuții originale.

### 9.1. Considerațiuni finale.

Din cele expuse în lucrare, pe baza de cercetări, studii, lucrări experimentale și definitive, precum și observații ocazionale de lucrările de montaj și sudare a rezervoarelor de toate categoriile pe șantierele de construcție ale industriei chimice, petrochimice și petroliere, extinse pe o perioadă de timp de peste două decenii, se desprind următoarele considerațiuni finale:

#### A. Cu referire la construirea ambelor tipuri de rezervoare.

Construirea de rezervoare metalice de mare capacitate pentru depozitarea și stocajul produselor petroliere lichide, semilichide și a gazelor de sondă, de uzină sau naturale în stare gazoasă sau lichefiată, la volumele și formele prezentate în lucrare, este rodul unei munci ce se extinde pe parcursul a mai multor decenii pe plan internațional;

- pe plan național s-au realizat rezervoare cilindrice de capacitate, care variază între 100 și 50.000 m<sup>3</sup>, urmând a se realiza într-un viitor apropiat rezervoare de 100.000 m<sup>3</sup> cu membrană dublă a capacului flotant, pentru care documentația de execuție este terminată;

- s-au realizat în țară rezervoare sferice între 200 și 1000 m<sup>3</sup> capacitate; este în curs de execuție prototipul celor de 1800 m<sup>3</sup> și în curs de proiectare cele de 4.000 m<sup>3</sup>;

#### B. Cu referire la construirea la cilindrice de mare capacitate

S-a aplicat pentru prima dată la noi în țară procedeul de sudare automat în CO<sub>2</sub> cu sirmă cu miez de flux la îmbinări cap la cap vertical accentuat, fără prelucrarea marginilor - tablelor de îmbinare de grosimi între 10 și 26 mm, cu o deschidere a rostului între 15 și 20 mm, cu mașina Vertomat 10;

- S-a aplicat de asemenea în premieră procedeul de sudare automat în CO<sub>2</sub> cu sirmă cu miez de flux la îmbinări circulare în poziție cap la cap orizontal în plan vertical, rostul având mărimea tablei inferioare neprelucrată, iar cea superioară prelucrată în V, cu mașina Circomat 10;

S-au îmbunătățit unele faze de montaj prin aplicare pe șantiere de soluții mai eficiente din punct de vedere tehnic și economic, atât pentru susținerea membranelor capacului flotant pe parcursul montajului și sudării tablelor, cât și prin înlocuirea sacaralei turn care rulează pe linie ferată în jurul rezervorului obligator a staționa pe întreaga durată a montajului cu una pe pneuri cu întreținere intermitentă, pentru ridicarea tablelor pe ultima virelă montată

și transportarea la locul de montaj cu carucioare mobile;

- s-au depistat cauzele defectelor la sudarea automată în  $CO_2$  care au ajuns la dimensiuni care au obligat rebutarea întregii îmbinări sudate a mai multe îmbinări verticale;

- în baza studiilor și cercetărilor efectuate s-au tras concluzii care au condus la precizarea de soluții eficiente pentru utilizarea buteliilor de  $CO_2$  și s-au făcut recomandări pe baza cercetărilor asupra influenței nefavorabile a impurităților din  $CO_2$  pentru sudare, în vederea îmbunătățirii standardului respectiv;

- studiile și cercetările au infirmat concluziile unor cercetări că hidrogenul din baia de sudare, sursa sigură a defectelor, ar proveni din lubrifișii rămași pe sirmă de sudare, și că umiditatea nu are influența esențială conținutul de hidrogen în îmbinările sudate;

- s-a reușit ca abaterile în limitele admise la îmbinările structurilor verticale să se plaseze în timpul dela zero spre plus (+) adică în partea spre exteriorul rezervorului pe toată circumferința peste 180 m, ceea ce asigură înălțurarea, în exploatare, a celiașului în vre-un punct a marginii capacului de montă, ceea ce în caz afirmativ ar produce pagube mari pentru reparații sau chiar înlocuirea capacului;

- s-au verificat pe bază de statistică matematică aplicată cu metoda Chauvenet, parametrii de sudare cu care s-a elaborat tehnologia de sudare automată în  $CO_2$  a montajei marilor rezervoare cilindrice a îmbinărilor verticale și orizontale, după care se construiesc la scară industrială astfel de rezervoare, atât în țară cât și peste hotare în cadrul contractelor AROOM.

- S-a întocmit și aplicat tehnologia de sudare automat sub strat de flux cu parametrii optima pe baza observațiilor pe parcursul lucrărilor experimentale și finale a tabelelor subțiri și între 5 și 8 mm prin suprapunere, care se aplică deasemenea pe toate șantierelor din țară și străinătate, la sudarea tablilor suprapuse subțiri cu care cuprind îmbinări ale tablilor pe suprafețe de mii de metri pătrați, cu abateri încadrate în limitele toleranțelor admise;

### C. Cu referire la rezervoarele sferice.

- S-a aplicat pentru prima dată preîncălzirea înainte de sudare a structurilor de îmbinat cu rezistențe electrice în loc de încălzirea cu gaze, procedeu cu care se obține o încălzire uniformă a regiunii segmentelor de îmbinat, fund superior celui cu gaze la care încălzirea se face prin atingerea directă a încălzirii în mai multe locuri de materialul de sudat;

- pentru un montaj corect și o aplicare a lunginii pasului de pelexin, egală cu lungimea topirii unui electrod și a unei anumite ordini de sudare aplicată, s-au obținut abateri sub limită maximă a celor admise, valorile care se găsesc înscrise în lista de măsurători anexată la cartea recipientilor, acesta în bună parte datorându-se și sudării cu zecă sudori concomitent.

- s-au elaborat studii teoretice pe baza cărora s-au determinat schemele tehnologice și aparatajele necesare construirii unei stații pilot pentru tratamentul termic integral cu gaze de ardere a rezervorului sferic, urmînd ca pînă la sfîrșitul anului în curs să se definitiveze și omologeze procedeul pentru aplicarea la scară industrială.

D. Cu referire la înlocuirea electrozilor de import, cu electrozi indigeni la sudarea oțelurilor carbon cu granulație fină.

- pe baza studiilor și a cercetărilor efectuate la sudarea oțelului de granulație fină elaborat de Combinatul Siderurgic Galați R 52 - 7 a/SI cu electrozi de import SHVI în comparație cu sudarea cu electrozi indigeni EB - 3 și a rezultatelor obținute, s-a concluzionat că electrozii de fabricație indigeni EB-3 pot înlocui cu succes pe cei de import;

- în scopul de a se opri importul de electrozi pentru sudarea oțelurilor carbon cu granulație fină, pe baza contractului de colaborare științifică între T.C.M.R.I.C. și Catedra U.T.S. de la Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara, s-au elaborat 9 rețete de noi tipuri de electrozi. Dintre acestea s-au realizat 5 tipuri dintre care trei au dat rezultate bune la probele tehnologice. Cercetarea este în curs de desfășurare pe calea de finalizare pînă la sfîrșitul anului 1980.

E. Cu referire la tratamentul termic de detensionare a rezervoarelor sferice.

- În scopul de a stăvili efortul volutei rest pentru tratamentele termice ale recipientilor cilindrici agabaritici și sferici, s-a realizat pentru prima dată în țară o instalație în scopul scop bazată pe un principiu original, nou, cu care se realizează în prezent tratamente termice cu rezultate bune; bazat pe același principiu, este în curs de realizare o nouă instalație pentru tratamentul termic al rezervoarelor sferice.



### **9.2. Distribuția sarcinilor.**

Între cele mai importante se menționează:

9.2.1. Studii și cercetări pentru înlocuirea electrozilor de lucru cu electrozi îndolgați pentru spălările continue cu granulație fină în cadrul circuitelor s-cu realizat 5 surse noi de electrozi care să dea rezultate bune la probele tehnologice;

9.2.2. Studii și cercetarea necesității la montarea și deplasările pentru înlocuire în limitele toleranțelor a tablelor mantalei și a fundului și montarea rezervorului cilindric de mare capacitate;

9.2.3. Studii și cercetări care s-cu finalizează cu realizarea primei instalații în țară de tratare termică a corpului integral, cu fluid fierbinte pentru recipient cilindric de concepție unitară care să dea rezultate bune în producție, pe sursele circuitelor s-cu fundamentat și să se realizeze instalația pentru tratamentul termic de detensionare a corpului integral cu fluid fierbinte înveliș, al rezervorului adiacent;

9.2.4. Concepție și realizarea unei dispozitive speciale pentru rezervorul tablei cu tablea care este șteagul de susținere a corpului flotant, realizabilă, construită din substanțele necesare și înlocuirea necesarei țevi cu una pe gură și circulația tablei pentru transportul tablei pe suprafața virei mantalei; instalația electrică de preîncălzire a așchilor în beneficiul unei eficiențe economice importante pe rezervor;

9.2.5. Determinarea parametrilor optici de ardere tablei cu tablea în condiții de șantier, a virei mantalei rezervorului cilindric de mare capacitate, care stau la baza tehnologiilor de ardere după care se așază acest tip de rezervor, atât în țară cât și peste hotare;

9.2.6. Determinarea parametrilor optici de ardere extenși ai otelului de flux a tablei subțiri cupruse (de 3-8 mm) pentru arderea în suprafață între 2 și 3000 °C;

9.2.7. Determinarea calității a unei diagrame pentru găsirea directă a valorilor parametrilor tehnologici și a regimurilor de ardere extenși în  $CO_2$  cu metoda Vertenatic, în poziție cap la cap verticală și în preîncălzirea magmilor, a tablei cupruse între 6 și 25 cm grosime;

**S.E.S. Introduse în practică curentă a rezultatelor cercetărilor în decursul anilor 1977-1980, prin realizarea respectiv montarea a 20 buc. rezervoare cilindrice și 10 buc. rezervoare sferice, care funcționează în condiții bune.**

**B I B L I O G R A F I E**  
\*\*\*\*\*

1. Arcos S.A.                    Circomatic DL Sondage automatique en corniche de joints horizontaux de réservoirs de moyèune et grande capaciteité. Bruxelles, Belgique Rue des Deux Gares 58-62 Julien 972.
2. Arcos S.D.                    Vertomatic G. Sondage, automatique sous laitier liquide Bruxelles.
3. ASTM                         Boiler rud
4. Bachman W.A.                 New steels increance the versatility of oil stools. In oil and Gas Int. 64, nr. 6, 1966.
5. Bastien P. și a.             L'acier à 9 % nickel pour le stokege du gas natural lequéfic. In sondage et Techniques connexes, France, 16 nr 7-8 1962.
6. Beloterekovski, S.M. Oosodanii pojeanfh hrenfhacoi jidkih reglero-Beleteckovski, B.A. dovodov v solianfh plesteh. In National Hozeraistvo, U.R.S.S. 45, nr 12-1967.
7. Benser, W.C.                 Cryogenic steels. In american Machinist. S.U.A. 112, nr. 10, 1978.
8. Bland, W.F., David Petroleum processing and Petroleum Refiner, S.U.A. 43. nr. 6-1964.
9. Bickell, M.B.,                Pressure vessel design and analisis. In London - Melbourne - Toronto, Macmillan: New York, St. Martinis Press. 1967.
10. Bodnărescu, H.,             Asupre geometriei rezervoarelor sferice de presiune, In petrol și Gaze România, 14, nr.9 1965.
11. Bodnărescu, H.             Raiciu A.                    Poliedre semiregulate cu aplicare la construcția rezervoarelor sferice din industria petrolieră. In Bul.Inst. de Petrol, Gaze și Geologie, București, XIII, 1965.
12. Bodnărescu, H.             Raiciu, A.                    Geometria rezervoarelor poliedrale. In Bul.Inst. Petrol, Gaze și Geologie, București, IV, 1966.
13. Both, D.                     Tehnologia sudării electrice. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979.
14. Bukspuk, L.D.                Bataev, O.A.                 Ustroitstvo i expluatașia ustanovoc sji finego gase. Moskva stroizdat, 1966.
15. Burdekin, F.M.             Inișierea ruperii frabile la ștelurile de construcție. In British Welding Journal, 14, nr.12, 1967.

16. C 14-65 Instrucțiuni ISCIR pentru construirea, instalarea, funcționare, repararea și controlul recipientelor stabile sub presiune din Inst. frigorifice, București (ISCIR) E.S.I.P. 1967
17. C.25-67 Instrucțiuni ISCIR pentru construirea, instalarea, funcționare, repararea și controlul recipientelor stabile sub presiune din industria oxigenului București, (ISCIR) E.S.I.P. 1967.
18. C.26-67 Instrucțiuni tehnice pentru construirea, instalarea, funcționarea, repararea și controlul recipientelor pentru depozitarea propenului, propilenei, butanului, buteliei și GLP STAS 66-63 București (ISCIR) CSIP 1967.
19. Clar, R. ș.a. Meeting peak and seasonal loads withung and manufactured natural gas substitutes. In Gas World, Anglia, 166 nr. 4336-1967.
20. Condiții tehnice de montaj pt. rezervor de 50.000 m<sup>3</sup> cu capse plutitor nr. 13-3-72-0723/CTM - ICPTPT Ploiești M.I.Ch.
21. Coulsen, K.J. Materialele of construction for cryogenic plant. In chemical and Process Engineering. Anglia, 44 nr. 4-1968.
22. Davis, J.A. Europoort crude tanks are largest in the world. In Oil and Gas International 4, nr.4 1964.
23. Dungan, I.I. Fire Safety economics: Part. 2.5 pater methods of chemical storage. In Petroleum Refiner, 39, nr. 4.1960.
24. De Beer, E.E.  
Buttiens, E. Constructions de reservoirs pour hydrocarbures liquéfiés dans l'argile de Boom à Anvers. Etudes de mouvement du sol provoqués par cette réalisation. In Travaux, France, 50, nr. 379 - 1966.
25. Echim T.Ilie Tehnologie pentru montaj toată cu toată și sudare în condiții de șantier a rezervoarelor de mare capacitate. Vol. I., vol. II, III și IV în colaborare. T.M.U.Ch.S. București 1975; uz intern.
26. Echim T.Ilie Tehnologie de montaj și sudare a rez.cil. vertic. de 10.000 m<sup>3</sup>. T.C.M.R.I.C. București, 1976 uz intern.

27. Echim T. Ilie Tehnologia de montaj tolă cu tolă și sudare automată în  $CO_2$  în condiții de șantier a metalelor rezervoarelor cilindrice de mare capacitate. Simpozionul de sudură în cadrul "Cîntarea României" la Institutul Politehnic Facultatea de Mecanică Timișoara, Oct. 1979
28. Echim T. Ilie Consemnări zilnice în registrul de șantier ref. la : regimuri de sudare, temperaturi ambiante, defecte, măsurator. Șantierul T.M.U.Ch.B. Pitești, 1974-75.
29. Echim T. Ilie, Lupescu Iulius Tehnologia de sudare pe șantier a rezervoarelor sferice de  $1.000 m^3$  din oțel BU 51 S, T.M.U.Ch.B.-Us.23. August 1972, uz intern.
30. Echim T. Ilie Tehnologia de montare și sudare a rezervoarelor sferice cu diametrul pînă la 20 m; de 500 și  $200 m^3$  și pentru presiune de regim. În Metalurgia și Construcția de Șantier. România, 14, nr. 12, 1962.
31. Echim T. I. și Lupescu Tehnologia de sudare pe șantier a rezervoarelor sferice de  $1000 m^3$  din material BH36S x 30 mm. T.M.U.Ch.B. și Uz.23 August. 1978. Uz intern.
32. Echim. T. I. Lupescu I. Nicoară L. Tehnologia pentru sudarea prin topire a oțelurilor. Ed. Tehnică București 1974.
33. Electrotehernal Engineering Limited. Cauze prăbușirii și a detensionării. În London, 270, Neville Road, Broșura 535.
34. Flores Gh. Montarea rezervoarelor cilindrice verticale negabaritice din Austria. În Informare documentară, T.M.U.Ch. București nr. 1 - 1979.
35. Frohly, I. Réalisation d'un réservoir à haut pression en construction moultevueche. În Acier, Stähl, Steel, Belgique, 30 nr. 2 - 1965.
36. Gofman-Hazarov, P. M. Nizkotentperaturitel broneria spijernih tehniceskikh gazov. În Kiev, Lennica, 1966.
37. Ignateenko, E. E. Sostainie i perspektivi stroitelatvo stalnih rezervuarov v S.S.S.R. În Neftiunol hazearstvo, 41, nr. 8 - 1963.
38. Ionescu T. Transportul și depozitarea șipeiului a gazelor naturale și a produselor petroliere, București. Centrul de docum. al industriei chimice și petroliere, Caiet special, vol. 2+3, 1968,

59. Ionescu P. Tabăcaru ș.a. Memorator tehnic pentru montaj. Trustul de montaj utilităș chimic - T.M.U.Ch.B. București vol. II. 1979.
60. Kahn, A.R.ș.a. Ceveru storage of liquefied natural gas. Proc. 7 th. World Petrol Comp. Mexico 1967, vol. 6 Barsung 1967.
61. Knokevici, N.M. Vlasnie konstruktivnoi formi na skorost i harecter korrozii stalnih țilindriceskih verticalnih rezervuarov, soderjascih sernistie sefti. In Transport i hrevenie nefti i naftaproduktor nr. 10; 1964.
62. Kaskevici, N.M. Vlasnie konstruktivnoi formi na skorost i harecter korrozii stalnih țilindriceskih verticalnih rezervuarov, soderjascih sernistie nefte. In Transport i hrenerni nefti i nafta productov, nr. 4, 1965.
63. Keane, G.G. Pfitzer, J.R. New developments in petroleum storage tanks. In Pipe Line News, 34, nr. 6, 1962.
64. Kenne, G.G. Petroleum storage is on the move Oil and Gas Int. 60, nr. 22, 1962.
65. Kridner, K. The entlook for LNG. Continues bright. In Pipe Line Industry, SUA 29, nr.4, 1968.
66. L.N.G. First International Conference: In Gas world, Anglia, LC XVII nr. 4369-1968.
67. L.P. Gas storaj survey. In the Oil and Gas journal, S.U.A., 66, nr.43-1968.
68. LNG overland: Gas, S.U.A., 43, nr. 12-1967
69. Sorrent, N. New 100000 gallon aluminium sphera for storing liquid hydrogen. In chemische Rundschau, Elvegia, 17, nr. 10-1964.
70. Lupescu, I. Petre Sora A., Rădulescu C. Sadarea sub flux in baie de agură și gaze protectoare. Ed. Tehnică, Buc. 1969.
71. Lupescu, I., Nicoară L. Tehnologia de sudare pe șantier a rezervoarelor sferice, capacitate 1000 m<sup>3</sup> a 34 segmenti. T.M.U.Ch.B și 23 August București, 1975, Uz intern.
72. Mahut, M. Stoccaggio a bassa temperatura. In La Rivista Italiana del Petrolio, Italia, 36, nr. 7 1968.

73. Mayer, C. Rupture semi-fragile d'un bac à produits, pétroliers de 2000 m<sup>3</sup> de capacité. In Rev. Inst. Franc. Petrole, 16, nr. 9, 1971.
74. Mayo, F. The storage of liquefied hydrocarbon gases. In The Institut of Petroleum Review, Anglia, 19-1964.
75. Mayo, F. The storage of liquefied gases. In The Institut of Petroleum.
76. Mc. Glincock, R. M., Gibbons, H.P. Mechanical properties of structural materials of low temperatures. In National Bureau of standard Monograph 13, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1960.
77. Messer Griesheim Zu Satzwerkstoffe zum schweißen und Hartlösen - Ausgabe 1977 Frankfurt am Main.
78. Merisson, J. Growing technology is assuring IMO of vital rol in European energie demand. In Power, S.U.A. 112, nr. 4 - 1968.
79. Mihăescu, C.D. Recipiente sferice pentru depozitarea fluidelor sub presiune. In Din experienta Us. 23 August, Bucuresti, I.D.T. 1966.
80. Million, A. Million, C. Hidrogenul in oțeluri și in îmbinări sudate. Ed. Academiei R.S.R. 1968, Bucuresti pp. 236 - 239.
81. Nădășan, St. Considerații asupra stadiului cercetărilor pentru evidențierea susceptibilității la rupere cosantă a oțelurilor. In Construcția de mașini 16, nr. 2, 1964.
82. Nachbar, B. Oțeluri pentru construcții sudate, rezistente și tenace la temperaturi scăzute. Studii de știri de sinteză. Min. Ind. Metalurgice, Oficiul de documentare și publicații tehnice Bucuresti, 1967.
83. Nelson, W.L. Question 3 on technology. In Oil and Gas J. 64, nr. 17-1966.
84. Nicolaev, G.A. Нові методи зварки строїтехнік металіческіх конструкцій. Матеріалі неметаліческіх конструкціє. Москва, Строїдат, вип. 9. 1965.
85. Noanes, M.T. Cryogenic and pressure vessels. In Oil and Petrochemical Equipment News, Anglia, 12, nr. 4 - 1967.

86. Parker, C.M., Salliman J.W.W. How to select low temperature steels. In Machine Designer, S.U.A. 36, nr. 1 1964
87. Pavel A. Materiale și rezistențe admisibile folosite în construcția de utilaje pentru industria petrolieră prelucrătoare și petrochimică. Editura Didactică și Pedagogică, 1967, București.
88. Pavel A. Depozitarea produselor volatile vol. I și II I.D.T. 1968 București.
89. Petsinger, R.E. și Marsh, H.V. What's new in storage for the oil industry. In Oil and Gas International, 5 nr. 12-1965
90. Petsinger, R.E. și Marsh Design concepts petroleum and chemical storage tanks. In Paper. Amer. Soc. Mech. Engrs., nr. PET-43.1965.
91. Petsinger, R.E. LNG on the move. Part. II. Over the water in Gas S.U.A., 44 nr. 1-1968.
92. Petsinger, R.E. Liquid nitrogen metal 9 % nickel steel. Gas S.U.A., 40, nr. 10-1964.
93. Pitand, J. Possibilités d'emploi de l'acier à 9 % de nickel pour la réalisation de réservoirs sondés destinés au stockage et au transport des gaz liquéfiés, s'opération, "Cryogénisés" In Techniques du Pétrole, France, nr. spécial, Juillet, 1962.
94. Polihroniade, A. Réalisation de dépôts souterrains pour le stockage d'éthanes et de propane d'un haut degré de pureté. Commission économique pour l'Europe. Comité du Gaz. Symposium sur l'utilisation du gaz dans l'industrie chimique Bucarest, Roumanie, 7-9 Octobre 1968.
95. Popovici Vl. și Breazu M. Contribution à la recherche de la zone influencée thermiquement dans le cas des aciers faiblement alliés en la fondu superficiellement par procédé "arc-air". Doc. I.I.S. Comision XII 1968.
96. Popovici Vl., Ivancea, Al. Utilajul sudării electrice. București. Editura Didactică și Pedagogică, 1966.
97. Predan St. Instrucțiuni tehnologice pentru execuția tratamentului termic. I.T.-15-T.1./1968 T.M.U.Ch.B.-București Uz intern.



98. Radnitski, B. et Ionesco, P. L'exécution par la méthode d'enroulement des réservoirs cylindriques verticaux soudés et des autres récipients cylindric horizontaux, confectionnés en acier, employés dans l'industrie chimique et pétrolières. Centrul de documentare al Industriei Petrolului și Chimiei. București, 1965.
99. Sălăgean Traian. Sudarea cu arc electric. Editura Decia 1977.
100. Sălăgean, T.g.a. Fisurarea la detensionare a structurilor sudate din oțel. Comisia Conf. de Sudură și Încercări de metale. Timișoara sept. 1971.
101. Smith, E.L. Concrete LNG storage tank planned for Texas Eastern's terminus. In Pipe Line News, S.U.A. 38, nr. 12-1966.
102. Sudesch, Zpich Schweisstehnik. Carl Hanser Verlag - München 1959.
103. Sverepa, O. Svolodung, Z. Rezistența la coroziune a aluminiului folosit pentru rezervoare de depozitare. In Chemiky Prumysl, nr. 12, 1961.
104. Teodorescu St. Unele considerații tehnico-economice privind tipizarea și standardizarea rezervoarelor cilindrice verticale de tip sudat folosite pentru depozitarea produselor petroliere. In Standardizarea, 19, nr. 12-1967.
105. Teodorescu St., Nicolescu, M. Elemente de calcul geometric pentru desfășurarea netelelor rezervoarelor sferice de presiune. In Petrol și Gaze, România, 14, nr. 9/1965.
106. Teodorescu St.g.a. Îmbinări sudate București, Editura Tehnică 1972
107. Teodorescu St. Considerații tehnico-economice asupra construcției și calculului mecanic al recipientilor de depozitare a gazelor petroliere lichefiate sub presiune, la temperatura ambiantă. In Petrol și Gaze, România, 18, nr. 7, 1967.
108. Uhl, A.E. Research and engineering spawn LNG growth. In Pipe Line Industry. S.U.A. 29, nr. 4 1968.
109. Uff J. Ben von stationären Großbehältern. In Erdöl und Kohle, 14, nr. 11.1961.

110. Verfkín, S.I. Stâlne rezervuari i -azegoldari. In *Metallische Konstruktion*. Rabota skoli, prof. M.S. Streltško, Moskva, Stroizdat, 1966.
111. Vicnovits, B. Reservoir and method of forming the nose. Brevet S.U.A. cl. 61.5, nr. 3354654 declarat la 18-11-1967.
112. Gardelo, J.K.E. Perfecționări în proiectarea și construcția rezervoarelor de depozitare. Concepții moderne de proiectare. Calagere de material documentar Vol. IV.I.D.T. București, 1968.
113. Zink, I.P. și Chapp, K.B. How to specify low temperature storage vessels In *Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner*, S.U.A. 43, nr. 6-1964.
114. x x x Caiet de sarcini pentru execuția în uzină a rezervoarelor sferice de 1000 m<sup>3</sup>, I.C.P. Four U.C.I. - 460 C.S.U. București, 1975. Uz intern.
115. x x x Cavernes pour les G.P.L. In *La Revue Pétrolière*, France, 41, nr. 1079-1966.
116. x x x Cercetarea influenței impurităților din bioxidul de carbon folosit la sudare asupra calității îmbinărilor sudate. Contract de cercetare nr. 198, 30-11-1976 dintre ROMIC și IPTV Timișoara, Ceteura U.I.O.
117. x x x Dictionar de matematici și cibernetică. Editura științifică și Enciclopedică, București 1979, pp. 635-648; 273-276.
118. x x x Fabrication de reservoirs sphérique à très haute pression suivant une nouvelle technique multicouche. In *Sondage et Techniques Conomes*, 19, nr. 1/2 1965.
119. x x x Huge sphere to store liquid hydrogen. In *Australas, Engr. Australia*, 56, 10(oct)1963.
120. x x x How far will our steels go to handle low temperatures. In *American Gas Journal*, S.U.A. 195, nr. 15, 1968.
121. x x x Incercări fizico-mecanice a îmbinărilor sudate cap la cap la rezervoarele sferice de 1000 m<sup>3</sup> la santierul PECO Timișoara. Contract 8221/76 între ROMIC București și INCEM Secția Timișoara.

122. x x x Le bâtiment sphérique en acier, abritant le réacteur nucléaire SDF1 de la Central de Chinon. In acier, stahl, Steel, 28, nr. 11, 1963.
123. x x x Memorator tehnic pentru montaj. Trusul de montaj utilaj chimic - T.M.U.Ch. Bucuresti 'ol. II 1979.
124. x x x Montajul in flux continuu al rezervoarelor sferice din "Montajnie i specialnie roboti v stroitelstve, nr. 5-1979/ (URSS) in informare documentară T.M.U.Ch.B. nr. 2 Bucuresti 1979.
125. x x x Out book for oil en gastorage. In World Petrol, 38, nr. 4, 1967.
126. x x x Proiect de montaj pe gantier a rezervorului sferic cu 34 segmenti de 1000 m<sup>3</sup> Sectia proiectare, atelierul E T.M.U.Ch.B. Bucuresti 1975. Uz intern.
127. x x x Rezerve ale lărgirii construcției rezervorului in Siberia de Vest. Traducere din revista: "Stroitelstvo truboprovodov" nr.8 1978 in Informare documentară nr. 2. T.M.U.Ch. Bucuresti 1979 Uz intern.
128. x x x Réservoir enterré, à toitflotant, pour stockage de gaz liquéfié a basse temperature. Brevet France, cl. B65B, E 04 h, nr. 1408180 declarat la 22.01.64., publicat la 05.07.65.
129. x x x Réservoirs a gaz liquéfiés pour Santiago-Chile. InLe Révue Pétrolière, France, 45, nr. 1085, 1966.
130. x x x Studii și cercetări privind tehnologia de sudare și tratament termic pe gantier a camerelor de coccare și a rezervoarelor sferice. Contract de cercetare științifică nr. 199 din 30 11-1976/(1979).
131. x x x Sudarea rezervoarelor izoterme. In Montajnie i specialnie roboti v stroitelstve nr. 121978 trad in Informare documentar nr. 2 - 1979 Uz intern T.M.U.Ch. Bucuresti.

132. x x x Condiții tehnice de montaj rezervor de 50.000 m<sup>3</sup>, secția III. vol. IV. 2.-3-73-0723/C.T.E-1 Apendice 7 157 177/50T - P.F.U./74, I.C.P.R.P. Ploiești.
133. x x x Protocol privind contractul de cercetare științifică, 199/30.03.76, faza 1978 privind tehnologia de sudare și tratamente termice a corpurilor integrale cu gaze arse, încheiat între TCMRIC și Catedra UFS de la Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara
134. x x x Protocol cu referire la actul adițional nr. 1/10.07.78. la același contract cu referire la cercetarea privind tratamentele termice de detensionare după sudare a recipientilor cilindrici și sferice integrale cu gaze arse încheiat între TCMRIC și Catedra T.M.T. de la Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara.

**ANBIB**  
**XXXXXXXXXX**  
**X - XVI.**

ANEXA  
\*\*\*\*\*

Conținutul

A. Rezervoare cilindrice de mare capacitate.

I. Măsurători între faze de operațiuni.

Nr. anexei

Pagina

1 - 8	Măsurători între fazele de operațiuni pentru prevenirea și constatarea abaterilor la verticală cu firul de plumb și la circulare cu șablonul, virolă cu virolă, pe parcursul montajului și după sudarea mantalei rezervorului de 50.000 m <sup>3</sup>	I-VIII D
<u>II. Măsurători definitive.</u>		
9	Măsurători pentru determinarea abaterilor la diametrul mantalei.	IX
10.	Măsurători pentru determinarea abaterilor la înălțimea rezervorului.	X-IXA
11.	Măsurători pentru determinarea abaterilor la înălțimea rezervorului și între diametrul maxim și minim în aceeași secțiune.	XI-XIA
12.	Determinarea șgății la genera toare și pe curbura.	XII
14/1	Măsurători pentru determinarea abaterilor locale la funiul rezervorului.	XIII-XIII A
14/2		
15/1.	Măsurători pentru determinarea abaterilor la membrane capacei flotant.	XIV-XV.
15/2.		
16.	Diferențe între diametrul maxim și minim în aceeași secțiune	XVI
17.	Măsurători pentru determinarea abaterilor dintre manta și capse.	XVII
18.	Măsurători pentru determinarea abaterilor la tablele de scoperire e pontanelor.	XVIII
19.	Măsurători pentru determinarea abaterilor planșite te pe diametrul pontonului și ca- de tă la pereti curbi ai pontonului.	XIX
20-24	Citirea și inscriptionarea silnică valorilor tempera turii mediului ambiant din oră în oră începând de la ora 7 la ora 19.	XX-XXII.

**B. Studii și cercetări pentru înlocuirea electrozilor de import cu electrozi indigeni.**

- |            |   |             |
|------------|---|-------------|
| <b>25.</b> | <b>Rezultatele încercărilor la tracțiune a probelor experimentale.</b>  | <b>XIII</b> |
| <b>26.</b> | <b>Rezultatele încercărilor de îndoire prin șee a epruvetelor din oțel R52-7a/S1 sudate cu electrozi SHVI și EB-3</b> | <b>XXIV</b> |
| <b>27.</b> | <b>Valori de duritate în zonele îmbinărilor sudate ale probelor.</b>  | <b>XV</b>   |
| <b>28.</b> | <b>Rezultate ale încercărilor la îndoire a probelor experimentale.</b>  | <b>XXVI</b> |

## **ANEXE**

### **Notă :**

Intrusit măsurătorile la firul cu plumb sînt scrise pe mai multe pagini pentru aceeași verticală la cele trei măsurători și la gablon, dăm exemplu de citire:

Rezultatele măsurătorilor la firul cu plumb și gablon d. ex. la virele 8 înbinarea marcată cu W 15 are următoarele valori:

a) Înainte de sudarea verticalelor pag. VIII numărul curent de sus în jos 15 :

15 100-100-105 etc.  
100-110-125 etc.

b) După sudarea verticalelor: pag. VIII B:

15 100- 70- 60 etc.  
100-110-125 etc.

c) După sudarea circulare 7 pag. VIII C

15 100- 70- 60 etc.  
100-105-120 etc.

d) La gablon au valorile pag. VIII.

2-3-6 3-4-8 3-4-8



I

Anexa 1.

I. Măsurători pentru constatarea abaterilor la verticală  
la firul cu plumb și la circulară la sablon virolă cu  
virolă pe parcursul montajului și sudării.

Virola 1.  
=====

A - La firul cu plumb

	1. Înainte de sudarea verticală	2. După sudarea verticală.
W 1	100 - 105	100 - 108
	100 - 103	100 - 100
2.	100 - 100	100 - 103
	100 - 102	
3.	100 - 100	100 - 102
	100 - 105	100 - 100
4	100 - 98	100 - 90
	100 - 100	100 - 105
5	100 - 95	100 - 108
	100 - 100	100 - 105
6	100 - 105	100 - 103
	100 - 103	100 - 105
7	100 - 100	100 - 108
	100 - 104	100 - 95
8	100 - 98	100 - 100
	100 - 105	100 - 109
9	100 - 100	100 - 105
	100 - 105	100 - 95
10	100 - 100	100 - 109
	100 - 104	100 - 108
11	100 - 103	100 - 109
	100 - 105	100 - 95
12	100 - 104	100 - 108
	100 - 100	100 - 95
13	100 - 103	100 - 100
	100 - 100	100 - 96
14	100 - 105	100 - 95
	100 - 103	100 - 100
15	100 - 100	100 - 110
	100 - 100	100 - 96

I/A

16	100 - 105	100 - 94
	100 - 100	100 - 95
17	100 - 109	100 - 110
	100 - 104	100 - 100
18	100 - 100	100 - 105
	100 - 93	100 - 100
19	100 - 106	100 - 100
	100 - 103	100 - 95
20	100 - 100	100 - 96
	100 - 100	100 - 104

II

Anexa 2

Virola 2

-----

A. La firul cu plumb

	1. Inainte de sudarea verticalelor	2. După sudarea verticalelor	3. După sudarea circularăi 1
W 1	100 - 105 - 100	100 - 100 - 105	100 - 90 - 115
	100 - 100 - 106	100 - 100 - 110	100 - 110 - 100
2	100 - 98 - 102	100 - 95 - 100	100 - 88 - 95
	100 - 100 - 100	100 - 100 - 110	100 - 105 - 96
3	100 - 100 - 105	100 - 98 - 112	100 - 111 - 115
	100 - 95 - 108	100 - 105 - 100	100 - 90 - 110
4	100 - 100 - 109	100 - 108 - 95	100 - 85 - 108
	100 - 100 - 110	100 - 100 - 110	100 - 105 - 110
5	100 - 95 - 108	100 - 96 - 108	100 - 88 - 96
	100 - 98 - 100	100 - 110 - 95	100 - 110 - 115
6	100 - 100 - 105	100 - 105 - 110	100 - 90 - 118
	100 - 95 - 103	100 - 108 - 100	100 - 95 - 110
7	100 - 100 - 105	100 - 98 - 105	100 - 95 - 115
	100 - 98 - 106	100 - 100 - 110	100 - 111 - 96
8	100 - 100 - 107	100 - 90 - 100	100 - 115 - 85
	108 - 100 - 110	100 - 105 - 95	100 - 100 - 115
9	100 - 95 - 109	100 - 100 - 112	100 - 106 - 95
	100 - 98 - 111	100 - 95 - 100	100 - 95 - 85
10	100 - 100 - 110	100 - 100 - 100	100 - 105 - 95
	100 - 92 - 105	100 - 95 - 110	100 - 88 - 110
11	100 - 90 - 108	100 - 110 - 95	100 - 105 - 96
	100 - 100 - 110	100 - 105 - 100	100 - 87 - 110
12	100 - 95 - 106	100 - 110 - 110	100 - 115 - 96
	100 - 100 - 110	100 - 108 - 95	100 - 105 - 110
13	100 - 90 - 106	100 - 100 - 110	100 - 110 - 95
	100 - 100 - 104	100 - 95 - 98	100 - 95 - 95
14	100 - 95 - 98	100 - 108 - 110	100 - 100 - 115
	100 - 98 - 102	100 - 105 - 100	100 - 85 - 96
15	100 - 100 - 95	100 - 96 - 99	100 - 100 - 110
	100 - 96 - 98	100 - 100 - 110	100 - 90 - 96
16	100 - 94 - 108	100 - 95 - 110	100 - 88 - 96
	100 - 100 - 95	100 - 95 - 101	100 - 101 - 99

II/A

17	100 - 100 - 100	100 - 100 - 111	100 - 110 - 96
	100 - 95 - 106	100 - 92 - 110	100 - 85 - 97
18	100 - 98 - 103	100 - 108 - 95	100 - 100 - 115
	100 - 100 - 110	100 - 95 - 111	100 - 99 - 114
19	100 - 95 - 110	100 - 110 - 95	100 - 88 - 94
	100 - 98 - 111	100 - 111 - 105	100 - 95 - 115
20	100 - 100 - 110	100 - 95 - 108	100 - 100 - 118
	100 - 95 - 105	100 - 100 - 110	100 - 90 - 115

III

Anexa 3.

**Virola 3**

\*\*\*\*\*

**A. La firul cu plumb**

	1. Inainte de sudarea verticalelelor	2. După sudarea verticalelelor	3. După sudarea circularei 2
W 1	100- 60- 60-100	100- 80- 90-100	100- 85- 93-103
	100-115-105-107	100-115-110-105	100-120-115-100
2	100- 70- 75- 72	100- 85- 80- 95	100- 85- 90-105
	100-120-140-140	100-110-115-110	100-120-110-115
	100- 95- 95- 75	100- 95- 85- 90	100- 96- 88- 90
3	100- 90- 90 -69	100-105-107- 95	100-100-105- 96
	100-105-100-116	100- 95- 85- 90	100- 95- 85-100
4	100-105-120-127	100-110-115-110	100-100-110-120
	100-108-120-121	100- 90- 95- 90	100- 95- 96- 93
5	100-100-105- 95	100-110-115-110	100-110-115-118
	100- 95- 90- 71	100-105-107-105	100-110-107-100
6	100-100-100- 88	100-115-104-100	100-118-110-110
	100- 90- 90- 91	100- 90- 85- 95	100- 90- 85- 96
7	100-120-110-115	100-100-100-100	100-105- 99-105
	100-105-125-115	100- 90- 95- 89	100- 90- 95- 89
8	100-105-105-105	100-108-115-110	100-110-115-115
	100- 60- 55- 35	100- 90- 93- 95	100- 90 -95-100
9	100-145- 75- 80	100-110- 95- 97	100-115- 95-100
	100- 80- 90- 85	100- 88- 92- 94	100- 90- 95- 99
10	100-110-100- 96	100-114-110-105	100-115-118-103
	100- 84- 75- 50	100- 90- 84- 96	100- 90- 85- 99
11	100- 95- 93- 95	100-110-110-110	100-110-120-110
	100- 70- 55- 60	100- 80- 90- 93	100- 81- 93- 95
12	100-110- 87- 45	100-110- 80- 90	100-110- 85- 95
	100-100-102- 97	100-100-105-402	100-100-105-102
13	100- 85- 97-105	100-105-100-110	100-105- 99-115
	100- 80- 70- 90	100- 86- 55- 98	100- 86- 88-100
14	100-115-113-120	100-115-110-112	100-105- 95-102
	100-100-115- 95	100- 80- 95- 87	100- 80- 95- 87
15	100- 95- 65- 55	100-110- 95- 90	100-110- 99- 95
	100- 95- 90- 90	100- 85- 95- 90	100- 85- 94- 90
16	100-110- 90- 85	100-115-110-108	100-118-115-110
	100- 82- 60- 65	100-115-120-125	100-114-125-125

III/A

17	100-110-100-110	100- 95- 90-85	100- 95- 99- 86
	100-105-125-127	100- 90-110-110	100- 90-118-110
18	100- 85- 84- 78	100-100- 78- 80	100-100- 80- 80
	100-110-130-115	100- 90-110-110	100- 90-100-110
19	100-115- 55- 57	100- 92-100-105	100- 95-110-108
	100- 80- 95- 94	100- 80- 90- 98	100- 80- 90- 99
20	100- 95- 70- 75	100-110- 80- 90	100-110-83 - 94

### III/B

#### B. La sablon

4. Inainte de sudarea verticalelor	5. După sudarea verticalelor	6. După sudarea circulară
- 12-11-11	-15-13-20	-8-12-13
-11-10- 8	- 8-11-15	-7-13-15
-10-20-15	-15-20-23	-3- 9-15
-15-20-15v	-12-15-20	-12-8-10
- 6- 7-10	- 5-12-18	-3- 7-11
0- 2- 2	- 2+ 6+ 3	-6-11-14
- 3- 4- 2	- 6-11-17	-2-7-16
-4- 7-10	- 8-13-21	+5- 4- 8
-5- 9-12	- 3- 8-13	-4-13-15
- 7-10-15	- 5-8- 14	+2- 5-12
- 2- 5- 9	- 3- 6-11	+4- 3 - 8
- 3- 7- 6	- 8-13-20	-5-10-13
- 2- 7- 9	- 4- 8-10	-7-19-18
- 2- 5- 6	- 3- 5- 8	-2- 5- 7
- 5- 7- 8	- 9-11-15	-5- 6- 8
0- 2 0	0+12-10	+10+13+15

III/C

-5-6-10

- 5- 8- 4

-8-11-15

-5-7-8

- 3- 5-10

-2- 6- 9

-2-5- 5

+20+18+20

-2+20+20

-0-2- 2

0- 4-13

+5-4- 8



IV

Anexa 4.

Virola 4.

A. La firul cu plumb.

1. Inainte de sudarea verticalelor	2. După sudarea verticalelor	3. După sudarea circularei
100.110- 80- 80- 85	100-110-80- 75- 80	100-110- 82- 75- 80
100-105- 84-100- 85	100- 90-75- 70- 60	100- 90- 75- 75- 60
100-100- 95-90- 90	100-100-105-105-110	100-105-101-105-111
100- 95-105-118-110	100-105-105-125-120	100-105-110-125-120
100- 80- 90- 80- 85	100- 80- 85- 85- 90	100- 81- 85- 84- 95
100-102-100-100- 90	100- 95-100-105-100	100- 95-100-105-100
100- 80-105-113-120	100- 70- 95- 105-115	100-70 - 95-105-110
100-100- 80- 90- 80	100-110-105-105-100	100-110-105-100-108
100-105- 90- 90- 80	100- 75- 70- 45- 60	100- 77- 71- 75- 60
100-105-115-110-110	100-100-105-105-110	100- 99-105-101-111
100-114-100-100-100	100-115-105-100-100	100-115-104-102-100
100-105- 80- 98- 80	100-130-100-120-110	100-120-100-135-120
100- 90-110-140-120	100- 75-100-120-100	100- 75-100-120-100
100-105-100- 80- 85	100-100- 80- 70- 75	100-100- 90- 75- 78
100-115- 80- 70- 50	100-120- 92- 95- 75	100-120- 92- 95- 75
100-100-100- 90- 90	100- 90- 90- 80- 78	100- 91- 90- 80- 78
100-110- 97-100-100	100-115-100-110-100	100-115-100-110-100
100-110-105-105-100	100-115-118-118-178	100-115-119-118-115
100-100- 85- 75- 55	100- 95- 90- 75- 50	100- 95- 90- 75- 50
100-105-115- 80- 40	100-100-100- 78- 40	100-100-100- 78- 65
100-100- 90- 80- 75	100- 90- 80- 75- 78	100- 90- 85- 75- 78
100-100- 90-100-100	100- 95- 80- 95-105	100- 95- 81- 95-104
100- 85-110-115-100	100- 70- 90- 100-105	100- 70- 90-101-105
100- 87-100-100-100	100- 90- 90- 105-105	100- 90- 91-102-102
100- 85-110-115-100	100- 70- 60- 50- 80	100- 70- 60- 70- 80
100-105- 95- 65- 55	100-125-100- 75- 75	100-124- 99- 76- 75
100- 80- 90-110- 80	100- 80- 90-110- 90	100- 84- 90-110- 90
100-110-115- 95- 90	100-130-135-130-100	100-130-175-105-100
100-100- 95- 75- 90	100-100-105-100-110	100- 99-104-100-109
100- 85- 90- 75- 90	100- 85- 80- 68- 75	100- 85- 81- 78- 75
100-105-100-75 - 90	100-100- 50- 62- 80	100-100- 90- 72- 80
100-110- 95-95- 99	100-110- 85- 80- 90	100- 109-85- 84- 95
100- 80- 85-105-100	100- 65- 75- 95- 95	100- 85- 75- 95- 95

IV/A

100-110- 85- 65- 60  
100-110-110-120-120  
100-110-100- 75- 75  
100-110- 75-103-105  
100- 90- 85- 75- 80  
100-115- 75- 75-120  
100-105- 95- 90-110

100-115- 88- 65-115  
100-105-108-120-115  
100-100- 90- 62- 70  
100- 90- 75- 53-100  
100-100-100- 75- 75  
100-100- 60- 60-105  
100- 95- 85- 90-100

100-110- 88- 86-110  
100-105-110-115-115  
100-100- 90- 89- 71  
100- 90- 75- 94-100  
100-100-100- 76- 75  
100-100- 73- 75-100  
100- 90-105- 77-105

B. La șablon

4. Înainte de sudarea verticalelor	5. După sudarea verticalelor	6. După sudarea circulei 3
0+20+30	-10 0 +5	+10+15+17
-8-11-13	-10-15-20	+ 7+10+12
-10-12-12	-10-15-20	- 5- 7+10
-5- 6- 2	-10- 5 0	-3 - 5+10
+ 5+10+15	0 + 7 0	0 + 5 +20
-15-17-10	-20-16- 7	0 + 5+15
- 7-10-12	0 0 - 5	-15-10 0
- 3- 5- 4	- 3- 5-10	+ 5 0 0
0 - 2- 5	0 0 +10	- 4 -5 0
- 2- 2- 3	- 5 0- 2	- 2+10+15
- 3- 6- 5	- 3- 4 0	- 5- 8 0
- 14-19-21	-15-10-20	- 2- 4 0
- 21- 21-21	-20-15-20	- 5- 10+15
-17-21-25	-15-15-15	-15-12-40
+10+20+11	- 5- 7+ 8	- 7-10-15
-18-21-17	-15-12-25	-3- 2- 7
-26-28-27	-25-25-30	-15+10+10

IV/C

-14-14-11

-20-15-20

-20-30-37

-12-10-12

-14-10-13

- 5+ 4- 6

-10-14-14

-10-15-20

-10-12-16

## Anexa 5

Virola 5A. La firul cu plumb1. Inainte de sudarea verti-  
calelor

100-100-115- 90- 95-115  
W 1 100-102-110- 85- 90-110  
100-105-100-100- 90-105  
2 100- 90- 95- 75-100- 90  
100-100-100- 95-100-100  
3 100- 90- 90-100-115-120  
100-110- 85- 90- 80-100  
4 100-100-105-110-115-124  
100-110- 80-115-120-110  
5 100- 85-100- 95- 85- 80  
100-120- 95-110-100- 80  
6 100-100-100-110-100- 95  
100-105-110-105-105-100  
7 100-105-125-115-115-105  
100-100-100- 75-100-115  
8 100- 95- 95- 95- 70- 80  
100-115-125-105-105-105  
9 100-100- 95-100- 95- 80  
100-115-120-120-125-130  
10 100- 85- 85- 90- 85- 75  
100-105- 95- 80- 80- 55  
11 100- 90- 95-115- 75- 25  
100-100-115- 94- 82- 75  
12 100- 95-100- 92-100-100  
100-100- 65-105-115-105  
13 100-100-100-110-115-115  
100-105- 75- 60- 65- 80  
14 100-100- 88-100- 95-100  
100-110- 90- 98-115- 90  
15 100-103- 96-104-110-105  
100-107-98 -102-110-105

## 2. După sudarea verticalelor

100- 95- 95-115-120-125  
100-100- 98- 90-110-115  
100-125-120-120-115-120  
100-100- 95-110-110-115  
100-125-150-145-135-135  
100- 90- 95-110-130-120  
100-100- 85-110- 85- 95  
100-100-110-115-170-120  
100-110- 90-100-120-110  
100- 80- 95-100- 90- 80  
100-100-110- 85- 90- 80  
100- 90- 90-100-105- 90  
100-100-105-105-105-110  
100-100-105-100-110-110  
100- 80- 80- 85-100- 90  
100-110-115-110- 90- 95  
100-135-140-120-120-105  
100- 95- 95- 95- 90- 90  
100-140-130-130-140-130  
100- 85- 90- 85- 85- 80  
100-150-150-120-100- 90  
100- 95-100-120- 88- 90  
100-100-100- 70- 60- 60  
100-100-100- 95-100-105  
100-105-100-110-115-105  
100-100-100-120-125-120  
100-120-110- 85- 80-100  
100-100-120-120- 98- 90  
100- 85- 90- 70- 95- 70  
100- 95- 95- 90- 85- 80  
100-110-110-105-107-110

V/A

16 100-100- 97-100-105-110  
100-115-110-105- 80- 90  
17 100-110-100- 95- 90- 90  
100-110- 93-100-120-115  
18 100-120-125-115- 95- 90  
100-105-105-105-115-100  
19 100-100- 95-115-105- 95  
100-115-100- 80-105-105  
20 100- 90- 80- 95- 85- 90

100-100- 98- 95-100-100  
100- 95- 90- 95- 90- 90  
100-100-105- 90-100-110  
100-105-105-100- 95-100  
100-110-110-105-100- 90  
100- 90- 95- 90-100-105  
100-100-110-105-110-105  
100-110-115- 80- 95-100  
100- 95- 90- 85- 90- 95

V/B

A. La firul cu plumb

B. La gablon

3. După sudarea circulară 4

4. Înainte de sudarea verticalelor

5. După sudarea verticalelor

6. După sudarea circulară

100-135-125-140-140-133

100- 85- 80- 95-110-138

100-155-150-130-130-130

100- 80- 70- 50- 60- 65

100-155-150-150-145-140

100- 90-100-120-120-125

100-110- 85- 95- 80-100

100-100-125-120-125-115

100-130-100-125-140-140

100- 85- 95- 85- 80- 70

100-130-110-115-110-105

100- 95- 95- 95-100- 95

100-105-120-120-120-130

100- 95-110- 95-115- 95

100-105- 80- 95-120-110

100-105-115-115- 80- 85

100-135-150-125-125-115

100- 95- 90- 80- 75- 65

100-135-150-150-155-150

100- 90- 95-95- 90- 90

100-100-145-120-115- 95

100- 95-100-110- 80- 30

100-100- 90- 80- 70- 70

100- 95-105- 95-100-115

100-105- 75-105-110-105

100-100-105-120-115-130

100- 95-130-110-85 - 70

100- 95- 75- 75- 90- 60

100-120-160-170-140-135

100-105-110-120-115-125

100- 90- 75- 75- 45- 50

0-3-4

-7-5-3

2-3-4

-4-6-7

-6-3-4

0-0-0

0-0-3

-2-2-3

-3-4-2

-2-3-3

-3-2-0

-4-5-7

0-3-5

-3-4-2

-6-4-7

+3-5-7

4-6-5

-2-2-3

-13 -9-9

+4-3-6

-5-2-2

-7-3-5

-6-6-6

-2-2-3

-5-4-1

0-0-1

-10-7-8

+6-5-5

-7-8-7

+2-5-4

-10

+ 5

- 5

- 5

- 5

+2

-5

-3

+4

-2

-10

-10

- 5

-10

+10

V/C

100-135-120-125- 95-110	-2-3-6	-5-3-8	-3
100-100-170-130-135-130			
100-150-120-130-130-145	-5-3-8	-4-2-5	+3
100-120-145-120- 95-100			
100-140-140-135-145-135	-8-3-0	-7-4-6	-3
100- 90-110-105- 85-100			
100-130-110- 95-120-122	-3-2-5	-4-2-5	-3
100-130-110- 95-120-122			
100- 95-100- 95- 83- 85	-6-2-4	-5-3-4	-20



VI

Anexa 6

Virola 6

A. La firul cu plumb

1) Inainte de sudarea verticalelor

100-120-125-135-140-140-130  
 1 100- 90-110-115-120-125-130  
 100-100-100-105- 75- 90- 65  
 2 100-102-110-115-120-120-125  
 100-105-110-115-110-120-130  
 3 100-100-105-107-110-109-110  
 100-100-120- 95-120-115-115  
 4 100- 90-115-113-120-110-115  
 100-100-115-105- 90- 80- 75  
 5 100- 95-110-100-100-110- 95  
 100-105-100-100-110-115-116  
 6 100-110- 98-110-107-105-105  
 100-110-113-108-105-120-105  
 7 100- 98-100- 85- 95-115-110  
 100- 98- 98-105-110- 75- 94  
 8 100- 90-100-110-105-100-100  
 100-110-115-120-125-115-110  
 9 100- 93-110-115-120-125-130  
 100-100- 95-100-100-100- 95  
 10 100-105-120-110- 90- 80 - 80  
 100-100- 95- 95- 105-85- 75  
 11 100-110-110-100- 95- 95-105  
 100-108-108-110-105-115-120  
 12 100-100-100- 85-110-110-115  
 100-106-108-115-118-120-115  
 13 100-106-125-120-100-110-120  
 100- 95- 90- 97- 90- 75- 70  
 14 100-115-110-100-100-105- 80  
 100-105-115-120-125-130-140  
 15 100-105-110-100-105-117-120  
 100- 98-104- 90- 83- 80- 75  
 16 100-100-108-115-125-100-107  
 100-105-100-120-130-125-135

2) După sudarea verticalelor

100-115-130-130-140-140-140  
 100-110-110-125-130-130-130  
 100-115-100- 80- 85- 90- 75  
 100-100-115-125-125-120-105  
 100-110-115-115-120-115-120  
 100-100-105- 96- 95-100-110  
 100-102-115-120-120-110-105  
 100- 95-110- 95-110-115-120  
 100-105-120-110-115-105-110  
 100- 90-105- 95- 95-85- 80  
 100-115-110-115-105-120-115  
 100- 95- 95-100- 95-105-110  
 100-130-125-115-115-125-115  
 100- 95- 95- 90- 95-110- 95  
 100- 95- 90- 95- 95- 80- 70  
 100- 80-110-115-115-100- 85  
 100-130-115-125-125-115-115  
 100- 90-105-100-120-130-135  
 100-100-110-125-115- 95-110  
 100-100-120-110- 95- 88- 95  
 100-130-115-115-125- 95- 85  
 100-105-115- 95- 90- 95-100  
 100-120-120-125-115-105-110  
 100- 95- 95- 90-105-100- 85  
 100-100-105-102-115-105-115  
 100- 95-120-105- 95- 95-110  
 100-105-105-115-115- 95- 75  
 100-100- 95- 98- 95-105- 80  
 100-120-125-130-135-130-120  
 100-115-115-125-125-110-120  
 100-105-105- 90- 90- 95- 90  
 100-100-105- 85- 88-105-100  
 100-120-140-140-145-140-115

VI/A

17 100- 95-110-115-120-125-130  
100-105-107-125-110-105-100  
18 100-105-110-115-120-125-135  
100-110-105-107-115-100-105  
19 100- 85-100- 95- 80-100- 90  
100-110-120-130-135-137-140  
20 100- 95-140-160-140-140-130

100- 80- 95-100- 95-110-100  
100-110-115-125-120-115- 95  
100- 95- 98-115-105-100-110  
100-110-125-120- 95- 95- 90  
100- 80- 85- 75-100- 75- 95  
100-115-105-115-120-100- 95  
100- 90-130-175-135-130-140

## VI/B

## A. La firul cu plumb

## B. La șablon

3. După sudarea circularăi 5	1. Înainte de sudarea verticală	2. După sudarea verticală	3. După sudarea circularăi 5
100-140-140-130-140-140-140			
100- 95-120-120-125-130-135	6-10-12	5-7-11	-6-10-14
100-125-105-100- 90-100- 75			
100- 98-115-120-125-115-100	4+ 6+10	3+6- 9	+4+8+12
100-125-105-110-120-120-125			
100- 98-105-100-110- 95-110	-3- 3- 2	2-3- 1	-3+10+12
100-106-110-115-120-120-110			
100- 85-120-100-115-120-125	-4-2- 5	2 0- 3	3- 6- 8
100-140-117-130-120-115-100			
100- 85-100- 95- 90-100- 90	-10-5- 3	10-5-2	10+20+15
100-130-120-125-130-125-120			
100- 85-100-105-100-105-110	0 0 - 3	0-5-7	+2+7+9
100-140-140-140-120-140-120			
100- 80- 80- 75- 90-105- 85	0-2-2	8-10-12	+10+20+15
100- 85- 85- 90- 95- 85- 70			
100- 82-115-120-120-100- 80	0 0 - 2	2- 7- 9	-3+8+11
100-140-125-130-135-120-120			
100- 87-130-140-130-130-140	-10-10-12	-5-3-8	-4-6-7
100-130-115-120-120-125-120			
100- 80-125-120- 90- 95- 80	3-3-5	-2-4-9	-4-6+10
100-140-120-125-140-115- 85			
100-109-120-115-105-100-100	-5-7-4	3-4-7	3+7+10
100-127-130-130-120-120-130			
100- 95-100- 85-105-110- 95	-2-3-5	2-2-3	+5+6+9
100-107-105-105-120-120-120			
100-105-130-120-105-105-120	0 0 0	4-7-6	+8+10+12
100-115-115-120-120-100- 80			
100-100- 95- 90- 95-105- 80	0 0-2	3-10-12	+6+15+20
100-140-140-142-135-130-135			
100- 95-100-100-115-110-115	0 0-3	10- 9-10	+12+17+20
100-100-100- 90- 90- 85- 80			
100- 95-120-120-115- 90-100	-3-7-2	1-3-7	-2-4+10
100-135-130-160-160-160-165			

VL/C

17	100- 70-115-110-105-120-110 100-120-120-130-115-100-105	0 0 - 3	5-9-12	10+10-15
18	100- 95-125-130-125-130-125 100-100-100- 90-105- 90- 95	-4+5-10	2-6-9	-3+10+15
19	100- 78- 90- 85- 70- 95-100 100-120-115-120-115-100- 95	-3-4- 6	-1 -4-2	-2-4 0
20	100- 94-135-150-140-140-140	-4 0 -6	2 0 -3	3 0 + 6

VII

Anexa 7

Virola 7

A. La firul cu plumb

1. Inainte de sudarea verticelelor	2. După sudarea verticelelor
100-85- 70- 130-110-120-115-110	100- 85- 65-140-140-110-115-110
1 100-103-130-120-135-115-145-150	100-110-135-130-140-140-150-150
100-109-195-130-135-139-130-135	100-105-100-140-140-130-130-135
2 100-100-109-110-125-125-137-130	100-100-110-115-100-120-105-130
100-115-120-115-125-120-125-125	100-110-115-110-120-115-115-120
3 100-105- 95-125-120-105-101-120	100-110-100-118-120-110-106-125
100-100- 90-103-100- 80- 90-100	100-103- 90-105-103- 85- 90-103
4 100- 95-110-110-125-120-125-115	100-100-115-125-120-123-125-115
100- 95- 70-100- 75- 90-103-105	100- 93- 70-105- 70- 95-115-110
5 100-100-105-110-115-100- 98- 95	100-100-120-110-115-105- 90- 80
100-100-115-120-105-107-110-105	100-110- 90-125-100-100-103-103
6 100-105- 85-120- 95-100-100-105	100-103-100-110-105- 98-100-110
100-115-105-115- 95-105-125-120	100-120-110-120-100-110-130-120
7 100-100- 95-120-120-110-125-100	100-100- 90-125-125-115-130-105
100-115-100- 85-105-120- 90- 98	100-120-110- 85-110-125- 98- 95
8 100-115-100-105-110- 80- 85- 75	100-110- 90-100-100- 75- 80- 75
100-100-103-100-120-125- 95- 75	100-106-100-125-130-100- 70- 85
9 100-110-113-120-110-125-120-130	100-100-115-130-115-130-125-135
100-103- 90-135-150-135-145-150	100-105- 90-120-135-103-130-135
10 100- 90-115- 93- 95- 90- 85- 80	100- 90-115- 92- 95- 95- 85- 80
100- 90- 70-115- 98- 78- 70- 75	100- 80- 85-110- 95- 75- 75- 65
11 100- 90- 120-105-113-115-95- 60	100- 90-120-100-125-120-100- 75
100-103-115-115-110-103-100-100	100-105-120-120-110-105-102-105
12 100- 90-120-115-126-118-110-120	100- 95-125-120-120-115-120-130
100- 80- 80- 90- 70- 85- 85- 90	100- 90- 90-100- 75- 95- 90- 90
13 100- 95-110-105-103-114-115-110	100- 95-110-110-112-120-115-110
100-120-135-150-130-125-125-130	100-120-130-135-130-120-120-125
14 100-115-124-135-120-125- 95-100	100-115-120-130-125-120- 90- 95
100-105-110-100- 95-100- 90- 95	100-110-112-108-105-100- 95- 90
15 100-100-110-125-125-135-140-130	100-100-135-130-135-130-135-140
100-100- 95-100-105-105-110-100	100-100-100-105-110-110-115-115
16 100- 90-110-100- 80- 80- 75- 70	100- 95-115-100- 85- 85- 75- 80
100-110-103-145-135-130-110-103	100-110-105-140-135-130- 40-105

VII/A

17	100- 95-125-135-135-140-150-150	100- 95-130-135-140-135-140-140
	100-100- 80-120- 95-110-117-100	100-100- 80-120- 95-110-115-110
18	100- 80-115-130-140-145-135-140	100- 80-120-135-140-140-135-140
	100- 80- 85-105-120-123-125-108	100- 85- 85-110-118-123-120-110
19	100-100-115-105-110- 90- 95- 98	100-100-118-110-115-110- 90- 95
	100-105- 95-105- 90- 80- 90-100	100-105- 90-100- 85- 75- 95-100
20	100-100-125-100-105-100- 90- 95	100-100-130-110-110-105- 95- 90

VII/B

A. Le firul cu plumb

B. Le șablon

3. După sudarea circulară	4. Înainte de sudarea verticalelor	5. După sudarea verticalelor	6. După sudarea circulară
100- 90- 75-140-130-115-100-110			
100-100-130-125-130-150-145-150	6-10-12	8-12-14	9-6-11
100-100-100-130-130-125-130-135			
100-100-105-110-115-120-125-127	6-8- 10	8- 9-12	7-10-13
100-105-110-105-117-113-110-115			
100-100-100-114-115-105-112-120	6-10-13	8-12-15	6-9-
100-105-100-117-115- 85- 80- 80			
100-100-117-127-125-127-130	0- 3- 6	0- 4- 5	0-6- 3
100- 50- 72-100- 73- 90-100-105			
100-100-115-105-110-100- 85- 80	30 - 6	4 0- 5	3 0
1100-105-105-120-100- 95-100-100			
100-102- 95-105-100- 95-105-115	0 - 4-4	0- 2- 2	0- 3- 4
100-115-115-120-105- 45-125-135			
100-100- 98-130-130-120-135-115	7- 2-22	10-13-15	10-10
100-125-115- 90-115-130-100-105			
100-112- 97-105-110- 80- 85- 80	4- 6-10	5- 7-12	4- 6- 2
100-100-100-120-125-100- 75- 80			
100-105-117-130-125-130-130-135	4- 9-13	5-10-13	4- 9-12
100-100- 85-130-150-145-135-145			
100- 98-117- 95- 98- 95- 80- 85	6-10-15	7-12-10	5- 9-10
100- 75- 60-100- 90- 70- 70			
100- 80-110- 95-110-115- 95	0 0- 3	0 0- 4	0 0-
100-105-115-115-100-105-105-103			
100- 90-120-110-100-108-115-120	10-12-15	13-13-12	10-14-
100-100-100-103- 78- 78- 98-100			
100- 90-100-105-100-115-110-100	6-10-12	10- 9-12	7-13-14
100-120-125-130-135-120-125-125			
100-120-125-130-125-125- 95-100	6- 5-14	6- 7-10	5- 7-14
100-110-114-109-100-100- 97- 95			
100-100-130-150-147-138-135-145	3- 5-11	5- 7-12	3- 5-11
100-100-105-107-105-110-100- 95			
100-100-115-105- 90- 95- 75- 80	4- 3- 0	7 -5 0	7- 4
100- 95- 90-125-130-135-110-108			

VII/C

100- 90-125-135-140-150-135-145	5- 9-11	6- 8-10	5-7- 4
100-100- 85-120- 95-115-110-105			
100- 85-125-140-135-130-145-135	15-13-10	15-13-13	20-10-10
100- 90- 95-115-120-120-115-115			
100-100-115-105-110-100- 95- 90	6- 8-12	7-10-11	6-4 0
100-105- 87- 95- 80- 70- 90- 95			
100-100-125-105-105-100- 90- 85	5- 7-12	5- 8- 9	4- 7- 11



## VIII/P

### Virola 8

#### A. la fixaj cu plumb

##### 1. Inainte de sudarea verticalelor

W 1	100- 85- 65-130-115-110-120-130-140 100-110-145-135-160-155-160-165-160
2	100- 90-105-125-115-110-100-105-106 100-100-115-117-140-135-130-125-120
3	100- 95-100-125-115-115-120-130-175 100-105-130-120-125-130-135-130-135
4	100- 90- 95-100-110-115-118-125-130 100- 88- 85-100- 60- 88- 80- 85- 90
5	100-100-105-125-120-115-105- 95- 90 100-100-140-120-135-120-125-135-120
6	100- 85-100-125-115-128-135-120-125 100-100- 95-125-120-135-140-140-140
7	100-120- 80-115-110-120-100-105- 95 100-105-140-140-135-105-125-130-135
8	100-105-120- 92- 95-110-115- 95-100 100- 92-120-130-140-140-130-130-110
9	100-100- 90-140-130-135-130-125-120 100-100-100-140-120-165-160-160-165
10	100-100- 85-115-110-105-100-100- 85 100-100-100-70 - 90-100- 80- 65- 65
11	100-100-115-130-110-115-140-110 100-105-145-135-140-140-145-135-135
12	100-100- 90- 88-110-115-100-100-110 100-110-120-125-140-110-135-135-125
13	100-100-105-105-115-110-115-175-110 100- 75-125-140-145-140-135-135-140
14	100-100-100-110-110-112-130-120-115 100-115-120-125-140-150-160-165-150
15	100- 70- 60-110-115-110-140-130-135 100-110-125-120-130-135-135-140-135
16	100-100- 85-120-110-100- 90- 90- 85 100-100-130-135-145-145-140-130-135
17	100-100-110- 95-130-100-100- 95- 90 100-100-140-125-150-145-160-160-165

VIII/G

- 18 100-103- 90-140-135-125-120-135-130  
100-105-115-100-135-140-145-150-140
- 19 100-100-110-105-110-120-115- 90-100  
100-120-140-135-130-125-120-140-150
- 20 100-105-110-130-130-125-120- 80- 90  
100-110-130-120-140-145-145-155-155

## VIII/H

### A. La firul cu plumb

#### 2. După sudarea verticalelor

100- 90- 70-130-115-125  
100-100-145-130-160-155-160-160-140  
100- 90-120-110-110-100-100-105-105  
100-120-115-115-140-135-130-115-120  
100- 95-100-125-115-115-120-130-135  
100-105-130-120-115-130-135-130-135  
100- 90- 90-100-105-110-120-125-130  
100- 80- 85-100- 65- 80- 80- 85- 95  
100-100-100-120-115-115-105- 95- 90  
100-100-130-120-135-120-125-135-125  
100- 80- 95-125-115-130-135-125-130  
100-100- 95-120-135-140-135-140-140  
100-120- 80-110-105-100-100- 90- 95  
100-105-140-135-105-125-130-135-135  
100-100-115- 90- 90-110-110-90- 100  
100- 98-120-120-140-140-130-130-110  
100-100- 90-140-135-135-134-128-120  
  
100-100-100-140-130-135-130-130-130  
100-100-80 -110-100-100-100- 95- 80  
100-100-100- 70- 90-100- 80- 65- 65  
100-100-110-125-100-110-135-105  
100-105-145-135-140-140-145-135  
100-100- 90- 80-105-110- 95- 95-100  
100-110-120-125-140-110-135-135-125  
100- 95-100-105-115-105-110-125-105  
100- 75-125-140-145-140-135-135-105  
100-100- 95-105-105-110-125-115-110  
100-115-120-135-140-150-160-165-150  
100- 70- 60-105-110-105-140-175-130  
100-110-125-120-130-135-145-140-135  
100-100- 80-125-110-100- 90- 95- 85  
100-100-130-135-145-145-140-130-135  
100- 90-115- 90-125-100-100- 90- 95  
100-110-140-125-150-145-160-160-165

VIII/I

100-100- 90-135-130-125-120-130-135

100-105-110-100-135-140-145-150-140

100-100- 90-105-100-115-105- 85- 95

100-120-140-135-130-125-120-135-130

100-100-105-120-130-125-120- 80- 90

100-110-130-120-140-145-145-150-155

## VIII/S

## A. La firul cu plumb

## 5. După sudarea circulară 7

100- 95- 75-135-115-120-130-135-140  
 100-105-140-160-145-160-155-155-155  
 100- 95-100-100-110-100-103-105-105  
 100-100-110-115-135-130-130-125-120  
 100-105-130-120-135-120-135-135-130  
 100-105-120-130-125-130-135-130-135  
 100- 90- 95-100-103-105-110-120-115  
 100- 80- 85- 95- 70- 85- 80- 80- 95  
 100-100-100-115-115-105- 95- 95- 85  
 100-100-120-120-130-115-125-135-125  
 100-100- 80- 95-125-115-135-125-130  
 100-100- 90-115-125-140-135-140-140  
 100-110- 80-110-105-100-100- 95-100  
 100-100-135-130-120-125-130-135-135  
 100-100-115- 90- 90-100-110- 90-100  
 100- 90-115-115-135-135-125-125-110  
 100-100-90-140-135-135-134- 128-120  
 100-105- 98-140-135-130-130-135-135  
 100-100- 80-110-100-100-100- 95-100  
 100- 95- 98- 70- 85-100- 80- 95-100  
 100-100-110-120-160-105-130-105- 90  
 100-100-140-130-140-135-140-135-135  
 100-100- 90- 80-105-110- 95- 95-100  
 100-105-115-125-145-100-130-135-175  
 100- 95-100-103-125-105-110-125-105  
 100- 70-120-135-140-135-130-140-140  
 100-100- 95-105-105-110-125-115-110  
 100-110-115-135-135-140-140-140-140  
 100- 70- 60-105-110-105-145-140-140  
 100-105-120-120-135-130-135-140-135  
 100-100- 80-125-110-100- 90- 95- 80  
 100- 95-125-130-140-140-135-125-130  
 100- 90-115- 90-125-100-100- 90- 95  
 100-105-135-125-110-135-145-146-140

## B-La gablon

 4. Înainte de sudarea verticalelor  
 5. După sudarea verticalelor  
 6. După sudarea circulară 7

6-10-12  
 3-11- 6  
 4- 8-10  
 5- 7-11  
 8- 6-10  
 4- 2- 6  
 6- 9-13  
 5- 5-10  
 8- 4- 8  
 4- 8- 9  
 3- 5- 7  
 4- 6- 9  
 2- 5- 7  
 4- 7- 9  
 2- 3- 6  
 4- 8-12  
 6- 7- 9  
 5- 9-10  
 3- 4- 6  
 4- 6-10  
 4- 6-10  
 4- 6-10  
 8- 6- 9  
 3- 2- 6  
 5- 8-10  
 2- 4- 8  
 2- 5- 9  
 4- 6- 8  
 3- 6- 8  
 3- 5- 7  
 3- 5- 7  
 2- 3-10  
 3- 5- 8  
 3- 4- 8  
 6- 7-10  
 4- 7- 9  
 5- 9-12  
 6- 2- 5  
 4- 6-10  
 4- 6-10  
 4- 6-10  
 2- 4- 8  
 2- 4-10  
 2- 5- 9  
 4- 6- 8  
 3- 5- 8  
 3- 4- 8  
 6- 7-10  
 4- 7- 9

VIII/K

100- 90-115- 90-125-100-100- 90- 95	6- 7- 9	4- 7- 9	4- 7- 9
100-105-135-125-110-135-145-146-140			
100-100- 90-135-130-125-130-130-135	8-12-13	6-13-14	6-13-14
100-100-105- 95-125-135-140-140-135			
100- 90-105-100-115-105-105- 85- 95	3- 5- 7	3- 4- 6	3- 4- 6
100-110-120-145-140-135-130-135-130			
100-100-105-120-130-125-120-120-110	4- 6- 9	4- 6- 8	4- 6- 8
100-105-125-120-135-145-135-140-140			

Măsurătorile la firul cu plumb și șablon la toate virolele au fost făcute de șeful de echipă Păunescu Alexandru și verificate de șeful de brigadă Mihăilă Ion pe parcursul montajului. La măsurători am asistat, prin sondaj și în mod deosebit la acele "după sudarea circulațelor" și subsemnatul Ing. Echim I.

## IX

## Anexa 9

II. Măsurători definitive (după montarea cornierii de sus și a balustradei).

A. Măsurători pentru abaterea la diametrul montalei cu ruleta de 50 m la virola 1. Abaterea admisă = ± 20 mm

## 1. Citiri la virola 1

a) la cota 0 = 191.460 mm

b) la cota 1200 = 191.487 mm

c) la cota 2400 = 191.410 mm

## 2. Abateri la diametrul rezervorului:

$$D_n = 2 \times 30.480 = 60.960 \text{ mm}$$

$$A_0 = \frac{191.460}{3,14} - (D_n + S)$$

$$= 60.974,52 - (60.960 + 26)$$

$$= 60.974,52 - 60.986$$

$$= -11,48 \text{ mm}$$

$$A_{1200} = \frac{191.487}{3,14} - 60.986$$

$$= 60.982,12 - 60.986$$

$$= -3,88 \text{ mm}$$

$$A_{2400} = \frac{191.490}{3,14} - 60.986$$

$$= 60.984,71 - 60.986$$

$$= -1,29 \text{ mm}$$

Măsurătorile s-au efectuat în ziua de 15.08-74 de : Ing. Bahin  
T. Ilie, Anghel Marin și Răceală Ilie de la C.T.C. Santier și Păunescu  
Alexandru șef echipă montaj.

## Anexa 10

B. Măsurători pentru controlul trasării fundului.

1. Măsurători înainte de umplerea rezervorului cu apă

2. Măsurători după golirea rezervorului de apă

Reper centru : + 250 mm

Punctul 1. = 690 - 250 = 440 mm	1. 688 - 250 = 438
" 2. = 680 - 250 = 430 mm	2. 680 - 250 = 430
" 3. = 685 - 250 = 435 mm	3. 682 - 250 = 432
" 4. = 700 - 250 = 450 mm	4. 700 - 250 = 450
" 5. = 700 - 250 = 450 mm	5. 696 - 250 = 446
" 6. = 700 - 250 = 450 mm	6. 700 - 250 = 450
" 7. = 690 - 250 = 440 mm	7. 686 - 250 = 436
" 8. = 685 - 250 = 435 mm	8. 684 - 250 = 434

Măsurătorile s-au efectuat în 15.08.974. de Ing. Echim T. Ilie Anghel Marin, Răceslă Ilie, dela C.T.C. Santier și Păunescu Alexandra șef echipă montaj.

C. Măsurători pentru determinarea abaterii la înălțimea rez.

Inălțimea teoretică 18.280 mm - Abatere  $\pm$  40

Punctul	Citirea mm	Abatere mm	Punctul	Citirea mm	Abatere mm
1.	18.280	0	18.	18.280	0
2.	18.285	+5	19.	18.280	0
3.	18.280	0	20.	18.290	+10
4.	18.290	+10	21.	18.280	0
5.	18.285	+5	22.	18.280	0
6.	18.290	+10	23.	18.285	+5
7.	18.285	+5	24.	18.290	+10
8.	18.28 <sup>u</sup>	0	25.	18.285	+5
9.	18.285	+5	26.	18.280	0
10.	18.290	+10	27.	18.280	0
21.	18.290	+10	28.	18.285	+5
12.	18.280	0	29.	18.280	0
13.	18.290	+10	30.	18.290	+10
14.	18.285	+5	31.	18.285	+5
15.	18.285	+5	32.	18.280	0
16.	18.290	+10	33.	18.290	+10
17.	18.285	+5	34.	18.285	+5



X/A

35.	18.290	+ 10	38.	18.290	+10
36.	18.285	+ 5	39.	18.290	+10
37.	18.280	0	40.	18.280	0

Măsurători efectuate în ziua de 20.08.1974. de Anghel Marin,  
Măceală Ilie de la C.T.C. Santier și Păunescu Alexandru șef echipă  
și Ing. Echim T. Ilie.

Anexa 11

E. Abateri la verticală după sudarea virolei 8. Abateră ± 40 mm

Înălțimea la care s-a făcut măsurătorea	Vi-ro-si-la mea	Gro-si-mea tab-lei	Punctele măsurate											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
18.280	8													
16.800	8	8	-5	5	-5	0	5	5	-10	-20	0	0		
14.400	7	8	-25	40	0	10	30	20	-5	-15	0	20		
12.000	6	9	35,5	60,5	0,5	15,5	20,5	30,5	0,5	-4,5	15,5	20,5		
9.600	5	12	17	47	12	37	37	27	5	-28	17	36		
7.200	4	15	23,5	63,5	3,5	33,5	23,5	33,5	8,5	-16,5	8,5	18,5		
4.800	3	19	35,5	60,5	8,5	35,5	40,5	40,5	15,5	-14,5	-0,5	30,5		
2.900	2	22	42	62	12	32	42	37	27	13	22	42		
0	1	26	49	64	14	29	39	44	24	4	-6	34		

Punctele măsurate								
11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	0	10	0	0	-10	0	5	0
-20	-10	-20	35	15	15	-10	-2	-20
-4,5	15,5	10,5	30,5	-9,5	15,5	40,5	40,5	10,5
27	27	7	22	-3	37	37	37	2
18,5	43,5	35	38,5	3,5	38,5	38,5	33,5	3,5
40,5	39,5	55	35,5	15,5	30,5	42,5	35,5	3,5
32	47	2	42	-3	32	35	42	2
39	49	9	44	9	19	39	44	9

Punctele măsurate									
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
-5	0	0	0	5	-5	-30	0	10	-30
-2	10	40	-10	15	0	20	-5	15	-40
69,5	20,5	30,5	-14,5	25,5	3,5	35,5	3,5	35,5	3,5
-15	2	42	7	47	27	42	7	42	27
3,5	8,5	38,5	13,5	3,5	8,5	38,5	13,5	43,5	8,5
-14,5	35,5	45,5	0,5	35,5	15,5	35,5	30,5	45,5	49,5
2	12	42	2	42	32	47	22	47	47
-1	44,5	9	34	14	49	19	49	44	44

Punctele măsurate										
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
5	0	29	-10	5	0	-9	-10	10	0	5
20	-20	25	15	35	-10	5	5	20	5	25
20,5	25,5	32,5	10,5	25,5	35,5	-5,5	0,5	45,5	20,5	20,5
37	12	42	27	12	32	27	17	42	32	37
33,5	3,5	43,5	3,5	38,5	28,5	38,5	8,5	38,5	28,5	50
39,5	-4,5	39,5	15,5	50,5	35,5	39,8	15,5	35,5	25,5	40,5
47	2	32	-3	53	37	47	-8	42	27	47
44	9	39	4	49	44	44	4	39	19	49

Calculul abaterilor a fost făcut de ing. EchimbT. Ilic după măsurătorile la firul cu plumb făcute de șeful de echipă Păunescu Alexandru verificat de șeful de brigadă Mihăile Ion (Vezi capitolul V)

Notă! Măsurătorile s-au făcut în dreptul cordonelor sudate vertical începând de la cordonul notat cu W1 la virolele 1, 3, 5 și 7 notat în tabel ca punct măsurat "1" la partea superioară a fiecărei virole și s-a continuat cu măsurarea în dreptul cordonului însemnat cu W1 la virolele 2, 4, 6 și 8 notat în tabel ca punct măsurat "2" și a.m.d. mergând contrar sensului acului de ceasornic până la W20 de la virolele 2, 4, 6 și 8.

Anexa 16F. Diferența între diametrul maxim și diametrul minim în aceeași secțiune după sudarea virolei 8.

Diferența admisă : 120 mm

Nivelul secțiunii rola măsurate	Vi- rola	Abaterile la diametru prin însumarea abaterilor									
		D 1-21	D 2-22	D 3-23	D 4-24	D 5-25	D 6-26	D 7-27	D 8-28	D 9-29	D 10-30
18.280											
16.800	8	-5	5	-5	5	0	-25	-10	-10	-30	5
14.400	7	-15	80	-10	25	30	40	-10	0	-40	40
12.000	6	56	91	-19	41	40	66	6	31,5	31	40,5
9.600	5	11	89	14	84	17,5	69	12	14	44	73
7.200	4	32	102	17	36,5	64	72	39	27	17	42
4.800	3	71	106	9	71	56	76	46	31	49	70
2.400	2	54	104	14	74	74	84	44	43	69	89
0	1	47	108	23	63	53	93	43	53	38	78

Abaterilor la verticală a punctelor diametral opuse

D 11-31	D 12-32	D 13-33	D 14-34	D 15-35	D 16-36	D 17-37	D 18-38	D 19-39	D 20-40	Diferența max. și min. în această secțiune
0	-5	0	5	0	-10	-10	15	0	0	-15
-4	15	-5	70	5	20	-5	18	-15	25	40
21	46	0	56	26	10	41	91	31	90	71
39	69	34	34	29	64	54	79	34	24	75
15	87	7	67	32	77	47	72	32	53,5	95
36	79	21	86	51	75,5	58	21	31	26	97
34	79	-1	95	34	79	27	84	29	49	103
30	88	15	93	93	65	45	83	28	58	95

D.Măsurători pentru: a). Săgeata la generatoare la un liniar de 200m.  
 b). Săgeata la curbura la un sablon de 300m.

ANEXA 12.

Abatere admisa ±20mm.

DESFĂȘURATA MANTALEI REZERVORULUI VAZUTA DIN INTERIOR.

	W20	X1	W4	W2	W3	W4	W5	W6
8.	+7	+4	+5 +8 +4	+3	+2	0	+5	+3
7.	+11	+9	+5	+6	+7	+11	+6	+5
6.	-8	+8	+9	+2	+10	+4	+6	+9
5.	+10	+7	+35	+8	+12	+37	+12	0
4.	-5	+10	+28	+10	+10	+13	+2	+10
3.	+5	-2	+6	+7	+2	0	-3	0
2.	+8	-12	+8	-12	+7	-4	+6	-15
V.1.	-11	+7	-3	+4	-3	+2	-3	-7

	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W6
8.	+10	+6	+9	+9	-10	-7	-8
7.	-12	+2	+3	+6	+12	+10	+8
6.	-1	+6	+4	0	+6	+17	+2
5.	+3	+7	0	+4	+17	+18	-14
4.	0	+14	+2	-7	-18	+7	-5
3.	+7	+7	-3	+5	+6	+5	+5
2.	-13	-18	+10	+12	-7	+10	+8
V.1.	+12	-6	+11	+4	+6	+10	-3

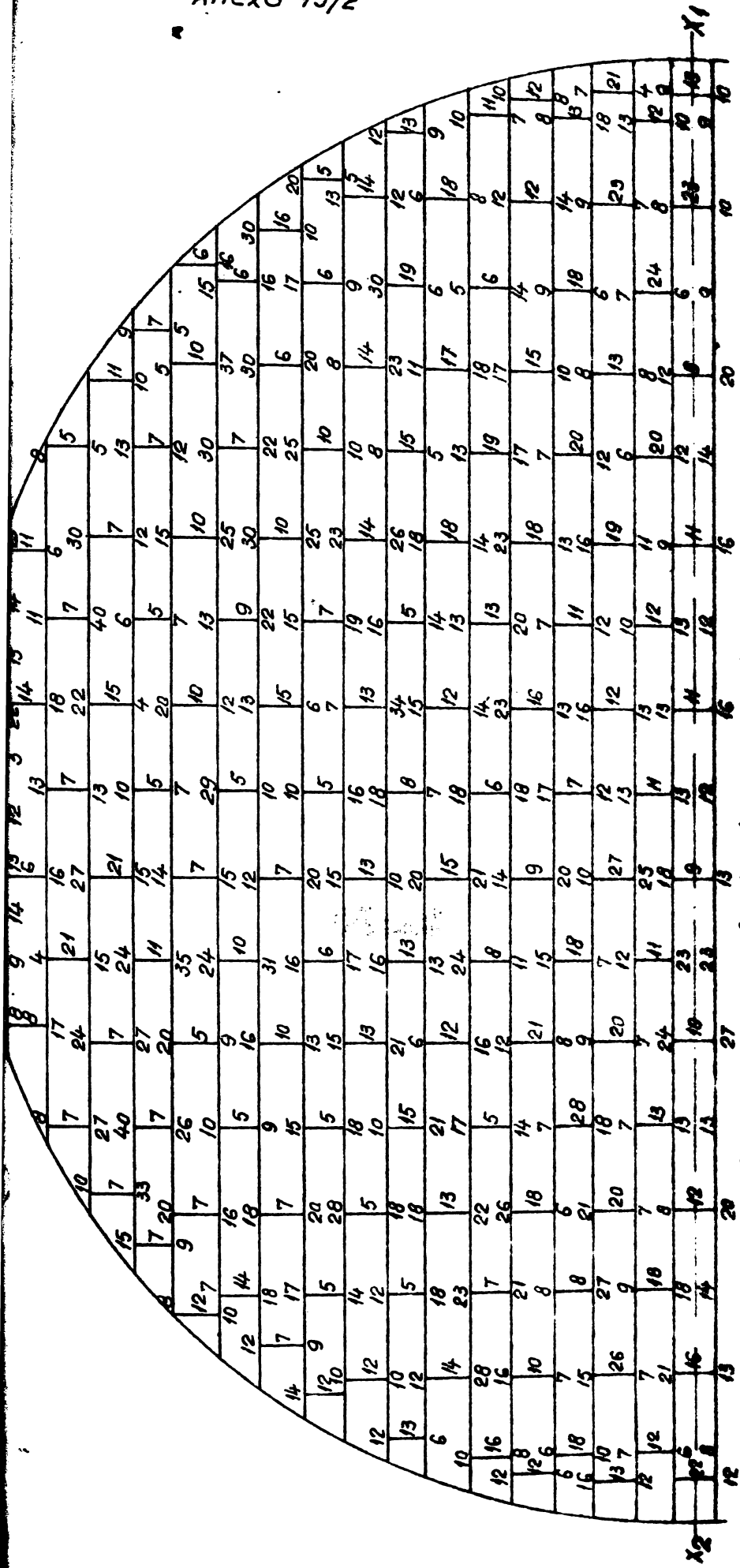
	W14	W15	W16	W17	W18	W19
8.	+10	+3	+8	+7	+4	+6
7.	+6	+5	+4	+9	+7	+6
6.	+2	+5	+4	+9	+4	+2
5.	+12	+5	+5	+6	+10	0
4.	+14	+8	+5	+10	+6	-8
3.	0	+5	+13	0	+16	-7
2.	-16	+11	-12	+12	+6	+5
V.1.	+15	+6	+5	+5	-13	-14











XVII

Anexa 17

G. Abateri la distanta dintre menta (la virola 1) si capas mm

Abatere ± 40 mm

Puncte		Valoarea abaterii mm		Puncte		Valoarea abaterii mm		OBS
măsurate		-	+	măsurate		-	+	
1	24	-		11		30		
2		19		12		33		
3		25		13		40		
4		50		14		40		
5		25		15		33		
6		20		16		43		
7		33		17		31		
8		10		18		-		
9		21		19		27		
10		24		20		9		

Măsurători făcute în ziua de 07.08.1974 și abaterile de mai sus calculate de : Sișu Marin și Anghel Marin.

XVIII

Annexa 18

H. Abateri la tabele de apropiere a pontonului (cârcanta) la un liniar de 3 m. Abatere admisă 40 mm.

În tabelul de mai jos tabelele pontonilor O - cu minus dela 1 la 120 (15 pontoni x 8 tabele) începînd dela punctul  $X_1$  al axei către  $X_2$ ,  $X_2$ ,  $Y_2$ ,  $X_1$  în sensul acelor unui ceasornic. Citirile s-au făcut sub formă de fracție la care cifra dela numărător indică abaterea citirii la liniarul așezat în lungul tablei la mijloc pe reza pontonului muntitorul, abaterea la liniarul așezat perpendicular pe îmbinarea sudată între cele două table.

	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm	Tabla Abate- rea mm
1	35/25	25	38/27	49	23/16	73	24/28	97	31/30
2	10/12	26	17/27	50	10/13	74	8/9	98	30/22
3	7/17	27	6/26	51	31/12	75	12/32	99	18/25
4	15/14	28	17/15	52	12/18	76	10/14	100	18/8
5	20/28	29	28/16	53	28/16	77	21/29	101	25/45
6	11/24	30	13/24	54	14/18	78	12/14	102	19/18
7	16/13	31	17/12	55	29/22	79	24/21	103	39/31
8	18/15	32	6/9	56	8/11	80	15/13	104	13/11
9	29/18	33	14/18	57	21/27	81	33/36	105	53/32
10	13/33	34	20/26	58	18/11	82	15/26	106	19/16
11	27/38	35	28/19	59	18/13	83	28/26	107	44/37
12	11/28	36	9/12	60	9/11	84	16/13	108	18/34
13	37/20	37	24/21	61	21/19	85	34/23	109	10/23
14	15/11	38	11/14	62	10/8	86	12/10	110	19/38
15	40/18	39	28/30	63	18/28	87	29/23	111	28/18
16	9/13	40	14/12	64	9/8	88	9/14	112	11/18
17	44/35	41	19/16	65	18/21	89	27/24	113	5/19
18	15/16	42	32/12	66	14/8	90	23/19	114	13/6
19	40/37	43	28/19	67	19/12	91	28/32	115	28/23
20	19/17	44	8/29	68	13/10	92	14/33	116	7/9
21	38/25	45	9/27	69	21/18	93	6/30	117	24/37
22	11/15	46	13/25	70	13/12	94	15/23	118	19/15
23	40/25	47	21/23	71	22/18	95	28/17	119	27/18
24	17/6	48	11/18	72	16/9	96	12/7	120	15/17

Măsurători efectuate în ziua de 09.08.74. de Echin T. Ilie Răceală  
Marin și Răceală Ilie dela C.T.C.

Anexa 19

I. Abateri la planietate pe diametrul pentonului.

Abatere admisă : ± 25 mm

Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Abate- rea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm
-22	W 4/3	+1	W 7/3	-25	W 10/3	-10	W 13/3	-15	W 16/3	+14	W 19/3	+12
-12	W 5/2	-11	W 7/2	-9	W 10/2	-11	W 13/2	-24	W 16/2	+2	W 19/2	+15
-12	W 5/3	-21	W 8/3	-16	W 11/3	-11	W 14/3	-13	W 17/3	+30	W 20/3	- 2
-14	W 5/2	-18	W 8/2	- 9	W 11/2	- 4	W 14/2	- 8	W 17/2	- 6	W 20/2	-11
-17	W 6/3	-22	W 9/3	-25	W 12/3	-14	W 15/3	-15	W 18/3	+ 1		
+ 8	W 6/2	-30	W 9/2	-17	W 12/2	-20	W 15/2	+ 1	W 18/2	+ 8		

Măsurătorile s-au efectuat în ziua de 26 sept. 1974 cu teodolitul de către topometrul Toma Eugen asistat de Sîsu Marin dela CTC şantier.

Măsurătoarea a început de la imbinarea verticală a virolei 3 notată W 1/3 care este pe axa X<sub>1</sub> - X<sub>2</sub> punctul X<sub>2</sub> şi s-a continuat contra acelor unui ceasornic spre Y<sub>1</sub> - X<sub>1</sub> - Y<sub>2</sub> - X<sub>2</sub> avînd ca reper cînd imbinarea verticală dela virola 3, cînd cea dela virola 2 ş.a.m.d.

J. Săgeata la peretii curbi ai pentonului măsurată pe un sablon de 1,5 m. Abatere admisă: 5 mm.

Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm	Punc- tul măsu- rat	Aba- terea mm
5	W 4/3	4	W 7/3	5	W 10/3	10	W 13/3	5	W 16/3	5	W 19/3	5
4	W 4/2	5	W 7/2	0	W 10/2	7	W 13/2	5	W 16/2	5	W 19/2	5
4	W 5/3	8	W 8/3	5	W 11/3	8	W 14/3	5	W 17/3	8	W 20/3	8
5	W 5/2	5	W 8/2	5	W 11/2	5	W 14/2	5	W 17/2	2	W 20/2	8
4	W 6/3	5	W 9/3	5	W 12/3	4	W 15/3	2	W 18/3	5		
4	W 6/2	5	W 9/2	5	W 12/2	5	W 15/2	2	W 18/2	10		

Punctele măsurate au ca repere, alternînd, cînd imbinarea verticală de pe virola 3, cînd cea de pe virola 2 (W 1/3 - W 1/2; W 2/3 - W 2/2, etc. Măsurătoare efectuate în 02.10.974 de ing. Echin T. Ilie şi maistru Abrudan Nicolae.

## Anexa 20

3. Temperaturile mediului ambient si succesiunea sudării viroa-  
lor mentalei.

Ora	Temperatura ambientă în ca- bină	Observații	Ora	Temperatura ambientă în ca- bină	Observații	
<u>3.12.73.</u>						
Cu cât temperatura ambientă la 0°C se va suda cu preîncălzirea tablelor la 120°C și încălzirea cabinei urmărindu-se prin gama pentru a se trage concluzia dacă la această temperatură se poate suda sau nu cu magi-						
			16,00	- 2°C		
			17,00	- 2°C		
			18,00	- 2°C		
			19,00	- 2°C		
<u>04.12.73.</u>						
7,00	- 4°C	Nu s-a su- dat. Ma- gina de- fectă. La virola 2 tabla este de 22 mm. (0152-4 k) S-a apli- cat urmă- torul regim Sirmă :Ar- cos 2MGV de Ø 3,2 mm I = 600-650 A E = 34-36 V	7,00	- 5°C	- 5°C	Nu s-a sudat
8,00	- 4°C		8,00	- 5°C	+ 2°C	magina defectă
9,00	- 5°C		9,00	- 4°C	+ 5°C	dela ora 13,00
10,00	- 2°C		10,00	- 5°C	+ 5°C	s-a sudat imbi-
11,00	- 2°C		11,00	- 5°C	+ 5°C	narea W 5 dela
12,00	- 1°C		12,00	- 2°C	+ 7°C	virola 2 W 5 =
13,00	- 0°C		13,00	- 0°C	+ 8°C	2 defecte, care
14,00	+ 1°C		14,00	+ 1°C	+ 10°C	s-au tăiat.
15,00	+ 1°C		15,00	+ 1°C	+ 8°C	
16,00	0°C		16,00	+ 1°C	+ 8°C	
17,00	0°C	17,00	+ 0°C	+ 10°C		
18,00	- 1°C	18,00	- 1°C	+ 10°C		
19,00	- 2°C	19,00	- 1°C	+ 7°C		
<u>05.12.73.</u>						
7,00	- 5°C	Nu s-a sudat magina defec- tă (Instala- ția de CO <sub>2</sub> )	7,00	- 8°C	- 8°C	Cu preîncălzire
8,00	- 4°C		8,00	- 8°C	+ 3°C	sudarea a înce-
9,00	- 4°C		9,00	- 7°C	+ 3°C	put la ora 11,
10,00	- 3°C		10,00	- 5°C	+ 3°C	s-au sudat imbi-
11,00	- 2°C		11,00	- 5°C	+ 5°C	nările vertica-
12,00	- 1°C		12,00	- 1°C	+ 8°C	le W 6, W 7
13,00	0°C		13,00	0°C	+ 8°C	La W 6 = un de-
14,00	0°C		14,00	+ 1°C	+ 7°C	fect.
15,00	- 1°C		15,00	+ 1°C	+ 8°C	La W 7 = 5 de-
			16,00	+ 1°C	+ 5°C	fecte.
		17,00	0°C	+ 8°C		
		18,00	0°C	+ 8°C		
		19,00	- 1°C	+ 8°C		

Ora	Temperatura ambiantă în ca- bină	Observații	Ora	Temperatura ambiantă în ca- bină	Observații
<b>08.12.73.</b>			<b>12.12.73.</b>		
7,00	- 3°C	Nu s-a su- dat; magi- na defectă	7,00	-11°C - 8°C	Cu preîncăl- sire sudarea
8,00	- 3°C		8,00	-11°C + 2°C	s-a început
9,00	- 2°C		9,00	-10°C + 3°C	la ora 11.
10,00	- 1°C		10,00	- 9°C + 6°C	S-au sudat
11,00	0°C		11,00	- 6°C + 7°C	W 12, W 13
12,00	+ 1°C		12,00	- 6°C + 7°C	și W 14 dela
12,30	+ 1°C		13,00	- 3°C + 3°C	virola 2
<b>09.12.73.</b>			<b>14.12.73.</b>		
7,00	- 2°C - 2°C	Cu preîncălzire s-a început su- darea dela o- rele 10 și s-au sudat îmbinări- le W 8 și W 9 de la virola 2 La W 8 = 1 de- fect La W 9 = 3 de- fecte	14,00	- 2°C + 7°C	W 12 = 0 de- fect
8,00	- 2°C + 3°C		15,00	0°C + 7°C	W 13 = 1 de- fect
9,00	- 2°C + 5°C		16,00	+ 2°C + 9°C	W 14 = 5 de- fecte
10,00	- 2°C + 7°C		17,00	+ 1°C + 7°C	
11,00	- 2°C + 5°C		18,00	0°C + 8°C	
12,00	- 2°C + 7°C		19,00	- 2°C + 8°C	
13,00	- 2°C + 7°C		<b>13.12.73.</b>		
14,00	- 1°C + 7°C		7,00	- 5°C - 5°C	Cu preîncăl- sire la ora
15,00	- 1°C + 5°C		8,00	- 3°C + 1°C	10 s-a încep put sudura.
16,00	- 2°C + 5°C		9,00	- 3°C + 5°C	S-a sudat
17,00	- 2°C + 5°C	10,00	+ 1°C + 7°C	W 15, W 16	
18,00	- 3°C + 8°C	11,00	+ 2°C + 8°C	și W 17 dela	
19,00	- 3°C + 8°C	12,00	+ 3°C + 8°C	virola 2.	
<b>10.12.73.</b>			13,00	+ 3°C + 5°C	W 17 = s-a tăiat
7,00	-10°C - 7°C	Cu preîncălzire sudarea s-a în- ceput la ora 11 s-au sudat W 10 și W 11 dela vi- rola 2 W 10 = 1 defect W 11 = 3 defecte	14,00	+ 3°C + 5°C	W 15 = 4 de- fecte
8,00	-12°C + 2°C				W 16 = 1 de- fect.
9,00	-10°C + 3°C				
10,00	- 8°C + 3°C				
11,00	- 8°C + 8°C				
12,00	- 5°C + 8°C				
13,00	- 3°C + 7°C				
14,00	- 3°C + 7°C				
15,00	- 3°C + 7°C				
16,00	- 3°C + 8°C				
17,00	- 5°C + 5°C				
18,00	- 5°C + 5°C				
19,00	- 5°C + 7°C				

## Anexa 29

Ora	Temperatura ambiantă în cabi- nă	Observații	Ora	Temperatura ambiantă în cabi- nă	Observații
<u>19.12.73.</u>			<u>22.12.73.</u>		
12,00	+ 2°C		7,00	- 2°C	Se repară ma- șina circumscrip- ție.
13,00	+ 2°C		8,00	+ 1°C	
14,00	+ 3°C		9,00	+ 1°C	
15,00	+ 3°C		10,00	+ 2°C	
16,00	+ 3°C		11,00	+ 3°C	
17,00	+ 2°C		12,00	+ 1°C	
18,00	+ 1°C		13,00	+ 4°C	
19,00	0°C		14,00	+ 3°C	
			15,00	+ 3°C	
<u>20.12.73.</u>			<u>23.12.73</u>		
7,00	- 3°C	S-a adus mașina	7,00	0°C	Nu s-a sudat. Ma- șina defectă
8,00	0°C	Circumscripție	8,00	+ 1°C	Se repară.
9,00	+ 1°C	dela rezerva- vorul G 2 și	9,00	+ 2°C	
10,00	+ 3°C	s-a montat,	10,00	+ 3°C	
11,00	+ 4°C	bransându-se	11,00	+ 4°C	
12,00	+ 4°C	și la rețea.	12,00	+ 4°C	
13,00	+ 4°C		12,30	+ 4°C	
14,00	+ 4°C				
15,00	+ 3°C		<u>24.12.73.</u>		
16,00	+ 2°C		7,00	0°C	
17,00	0°C		8,00	+ 2°C	
18,00	0°C				
19,00	- 1°C				
<u>21.12.73.</u>					
7,00	- 2°C	S-a întrerupt			
8,00	- 2°C	curentul e-			
9,00	+ 1°C	lectric între			
10,00	+ 1°C	orele 15,30 și			
11,00	+ 2°C	19,00. S-a			
12,00	+ 4°C	pregătit ma- șina.			
13,00	+ 4°C				
14,00	+ 4°C				
15,00	+ 3°C				
16,00	+ 3°C				
17,00	+ 2°C				

## Anexa 23

Ora	Temperatura ambientă	Temperatura in ca- bină	Observații	Ora	Temperatura ambientă	Temperatura in ca- bină	Observații
<b>13.01.74.</b>							
7,00	- 6°C		S-a montat in	11,00	-12°C		S-a montat in
8,00	- 6°C		continuare la	12,00	-10°C		continuare la
9,00	- 4°C		pontouri.	13,00	- 8°C		pontouri.
10,00	- 4°C			14,00	- 8°C		
11,00	- 4°C			15,00	-10°C		
12,00	- 4°C			16,00	-11°C		
12,30	- 4°C			17,00	-15°C		
<b>14.01.74.</b>							
7,30	- 5°C	- 5°C	(Cu preincăl- zire) S-au mon- tat pontouri	18,00	-14°C		
8,00	- 5°C	+ 2°C	la ora 13 s-a	19,00	-14°C.		
9,00	- 5°C	+ 2°C	inceput la W 1	<b>16.01.74.</b>			
10,00	- 4°C	+ 5°C	dela W 2 de	7,00	-15°C		S-a montat la
11,00	- 4°C	+ 7°C	către sudorul	8,00	-15°C		pontouri. A
12,00	- 5°C	+ 7°C	Popa cu Verto- matic. S-a dat	9,00	-15°C		sosit la gan- tier sudorul
13,00	- 5°C	+10°C	următorul regim:	10,00	-15°C		italian al fi- mei ARGOS Gio- Vană pt. a su- da pt. a suda
14,00	- 5°C	+12°C	pt.grosimea tab- lei 22 mm I =	11,00	- 8°C		la temperaturi
15,00	- 5°C	+12°C	650 A; V = 34-	12,00	- 8°C		scăzute cu
16,00	- 5°C	+12°C	36 V; v = 4 m/h;	13,00	- 6°C		preincălzire
17,00	- 5°C	+12°C	Debit CO <sub>2</sub> = 30	14,00	- 4°C		intru-cit cu
18,00	- 7°C	+ 8°C	1/min. Sîrma	15,00	- 4°C		sudorii neg- tri folosind
19,00	- 9°C	+ 8°C	2MMV de 3,2 mm	16,00	- 6°C		mai multe re- gimuri nu am
			și starea sîrmei.	17,00	- 7°C		reușit să su- dăm fără mari
			Păstrat îngrijit.	18,00	- 8°C		defecte (re- tușuri de jos
			Sîrma centrată în	19,00	- 8°C.		pină sus pe
			ganț cu 2 mm spre	<b>17.01.74.</b>			
			mașină (Exterior	7,00	- 9°C	- 9°C	Cuprincăl- zire s-a
			rezervor). Nivelul	8,00	- 9°C	+ 2°C	inceput su- darea la
			băii aprox. 2,5 cm	9,00	- 5°C	+ 2°C	ora 13 la
			sub orificiile de	10,00	- 2°C	+ 3°C	W 18 de la
			ieșire a CO <sub>2</sub> în	11,00	0°C	+ 7°C	V 2 de su- dorul ita- lian Giova- ni.
			spațiul arcului.	12,00	+ 2°C	+ 9°C	
			Rezultat gama:	13,00	+ 4°C	+10°C	
			rețacuri B.T.	<b>15.01.74.</b>			
7,00	-15°C			7,00	-15°C		
8,00	-15°C			8,00	-15°C		
9,00	-15°C			9,00	-15°C		
10,00	-15°C			10,00	-15°C		



## Anexa 24

Ora	Temperatura ambiantă în ca- bină	Observații	Ora	Temperatura ambiantă în ca- bină	Observații
14,00	+ 4°C	+10°C	10,00	+ 1°C	S-a montat la
15,00	+ 2°C	+ 8°C	11,00	+ 2°C	pontoni
16,00	0°C	+ 8°C	12,00	+ 2°C	
17,00	- 2°C	+ 8°C	13,00	+ 2°C	
18,00	- 4°C	+ 6°C	14,00	+ 4°C	
19,00	- 4°C		15,00	+ 5°C	
18.01.74.			16,00	+ 2°C	
7,00	- 3°C	S-a montat la pon-	17,00	+ 1°C	
8,00	- 3°C	toni. Sedință la	18,00	0°C	
9,00	- 1°C	Trust cu italienții:	19,00	- 2°C	
10,00	0°C	Ricci, Giovanni, Dir.	22.01.1974.		
11,00	+ 1°C	ing. Ionescu Panait,	7,00	- 3°C	S-a sudat la
12,00	+ 2°C	ing. Echim și ing.	8,00	- 1°C	pontoni sub flux.
13,00	+ 4°C	Visarion, asupra	9,00	- 1°C	
14,00	+ 4°C	defectelor la su-	10,00	0°C	
15,00	+ 4°C	durile verticale	11,00	+ 2°C	
16,00	+ 2°C	întrucât și cordonul	12,00	+ 4°C	
17,00	0°C	de sudură al italia-	13,00	+ 4°C	
18,00	- 2°C	nului dela Firma ARCOS	14,00	+ 4°C	
19,00	- 4°C	a avut aceleași de-	15,00	+ 3°C	
		fecte (retasuri de	16,00	+ 2°C	
		sudură)	17,00	0°C	
		S-a ajuns la conclu-	18,00	- 3°C	
		zia nu se va mai suda	19,00	- 3°C	
		la temperatura me-	23.01.1974.		
		diului ambiant sub	7,00	- 3°C	S-a sudat la
		10°C chiar cu preîn-	8,00	- 2°C	pontoni sub flux.
		călsire sîrma necores-	9,00	- 2°C	
		punătoare	10,00	0°C	
		va fi înlocuită de	11,00	+ 2°C	
		firma ARCOS.	12,00	+ 3°C	
19.01.74.					
7,00	- 5°C	S-a montat la			
8,00	- 2°C	pontoni.			
9,00	0°C				
10,00	+ 2°C				
11,00	+ 2°C				
12,00	+ 4°C				
13,00	+ 4°C				
21.01.74.					
7,00	- 5°C				
8,00	- 3°C				
9,00	0°C				

XXIII

Anexa 25

Rezultatele încercării la tracțiunea probelor sudate experimental.

Mar- caj pro- bă	Poan- son	Zona in- cercată	Secț. zonei mm <sup>2</sup>	Limita de cur- gere		Rezistența la rupere		Local reperii
				Forța (tf)	Limita curgere (kgf/mm <sup>2</sup> )	Forța rup. (tf)	Resist. la rup. <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	
F	F3	imbinare	692	27,3	39,45	35,2	80,1	MB
	F10	sud.	710,5	27,3	38,42	36,1	71,6	MB
	F4	metalul	630	35,8	56,82	45,3	79,7	Sud.
	F11	cusăt.	540	35,0	64,81	38,6	86,5	Sud.
B	B3	imbin.	678,4	23,8	35,0	35,3	72,5	MB
	B10	sud.	745,5	24,7	33,1	38,5	69,4	MB
	B4	metalul	525	35,2	67,0	39,4	84,9	Sud.
	B11	cusăt.	525	33,5	63,8	38,4	82,9	Sud.
B1	B11	imbin.sud.	708	28,4	38,3	37,5	74,7	ZIT
	B111		712	25,8	34,2	38,4	80,55	MB
	B1C	metalul	625	34,2	62,8	39,3	78,3	Sud.
	B1C1	cusăt.	685	38,4	58,7	35,7	82,4	Sud.

## Anexa 26

Rezultatele încercării la încovoiere prin șoc a probelor sudate

TEMPERATURA DE ÎNCERCARE: - 60°C

Marcaj probă	Pozi- țion	Locul creșt. (J)	Energia rupturii (J)	Restul KCV (daJ/ cm <sup>2</sup> )	Marcaj probă	Pozi- țion	Locul creșt. (J)	Energia rupturii (J)	Restul KCV (daJ/ cm <sup>2</sup> )
-----------------	---------------	------------------------	----------------------------	---	-----------------	---------------	------------------------	----------------------------	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F5	sudură	2,4	3,00	B5	B5	sudură	2,7	3,375	
F6	"	2,4	3,50	B6	B6	sudură	2,9	2,875	
F7	"	2,4	3,00	B7	B7	"	2,8	3,50	
F15	"	10,4	13,00	B15	B15	"	3,2	4,00	
F12	"	12,0	15,00	B12	B12	"	3,0	3,75	
F14	"	9,8	12,25	B14	B14	"	2,3	2,875	
F5s	ZIT	2,4	3,00	B5s	B5s	ZIT	2,4	3,00	
F6s	ZIT	3,0	3,75	B6s	B6s	ZIT	4,8	6,00	
F7s	"	2,2	2,75	B7s	B7s	"	2,4	3,00	
F15s	"	3,2	4,00	B15s	B15s	"	2,6	3,25	
F12s	"	4,6	5,75	B12s	B12s	"	2,6	3,25	
F14s	"	3,6	4,50	B14s	B14s	"	4,6	5,75	
B11	sudură	2,7	3,375	B11s	B11s	ZIT	2,8	3,50	
B21	"	3,2	4,00	B21s	B21s	"	7,0	8,75	
B31	sudură	2,9	3,625	B31s	B31s	"	6,2	7,75	
B41	"	3,5	4,375	B41s	B41s	"	3,1	3,875	
B51	"	6,6	8,25	B61s	B61s	"	3,6	4,50	

TEMPERATURA DE ÎNCERCARE : - 30 °C

F5	sudură	6,9	8,625	B5	sudură	8,4	10,5
F6	"	11,2	14,0	B6	"	6,2	7,75
F7	"	9,7	12,125	B7	"	8,7	10,875
F11	"	10,2	13,00	B11	"	5,7	7,125
F12s	ZIT	8,9	11,125	B12s	ZIT	7,2	9,00
F14s	"	8,8	11,00	B14s	"	6,8	8,50
F12ss	"	9,1	11,375	B12-s	"	10,2	12,75
F14-s	"	10,0	12,5	B14-s	"	11,7	14,625
B11	sudură	10,4	13,00	B11s	"	9,7	12,125
B21	"	9,6	12,00	B21s	"	8,4	10,50
B31	"	8,8	11,00	B31s	"	8,9	11,125
B41	"	10,7	13,375	B41s	"	9,6	12,00
B51	"	10,2	12,75	B51s	"	9,8	12,25
B61	"	9,6	12,00	B61s	"	5,6	7,00
B71	"	9,8	12,25	B71s	"	10,3	12,875
B81	"	5,8	7,25	B81s	"	10,1	12,625

## Anexa 27

Valori ale durității în zonele îmbinării sudate ale probelor  
experimentale

Marcaj probă	Pean- sen	Zonă ex- ploată	Număr urme	Diagonală urme (mm)	Duritate HV 5	Duritate medie HV 5 med.
		MB	1	0,250/0,252	147	
			2	0,252/0,250	147	152
			3	0,238/0,240	162	
		ZIT <sub>1</sub>	4	0,215/0,214	201	
			5	0,208/0,208	214	210,3
			6	0,206/0,208	216	
F	F13	ZIT <sub>2</sub>	7	0,210/0,210	210	
			8	0,204/0,206	221	213
			9	0,212/0,210	208	
		ZIT <sub>3</sub>	10	0,208/0,208	214	
			11	0,208/0,210	212	212
			12	0,209/0,211	210	
		MB <sub>1</sub>	13	0,214/0,214	203	
		MB <sub>2</sub>	14	0,214/0,216	201	199,6
		MB <sub>3</sub>	15	0,218/0,218	195	
		MB	1	0,233/0,233	169	
			2	0,23/0,236	167	170,3
			3	0,230/0,232	173	
		ZIT <sub>1</sub>	4	0,194/0,196	244	
			5	0,197/0,199	236	233,6
			6	0,204/0,206	221	
B	B1	ZIT <sub>2</sub>	7	0,198/0,200	234	
			8	0,204/0,202	229	231,6
			9	0,200/0,200	232	
		ZIT <sub>3</sub>	10	0,194/0,194	246	
			11	0,199/0,199	234	236,3
			12	0,200/0,202	229	
		MD <sub>1</sub>	13	0,225/0,225	183	
		MD <sub>2</sub>	14	0,221/0,221	190	183,6
		MD <sub>3</sub>	15	0,227/0,229	178	
		MB	1	0,234/0,234	163	
			2	0,238/0,240	162	158,3
			3	0,250/0,250	148	
B <sub>1</sub>	B91	ZIT <sub>1</sub>	4	0,199/0,199	234	
			5	0,203/0,203	229	230,6
			6	0,202/0,202	229	
		ZIT <sub>2</sub>	7	0,208/0,210	211	
			8	0,211/0,211	208	209
			9	0,212/0,210	208	
		ZIT <sub>3</sub>	10	0,215/0,215	201	
			11	0,208/0,208	214	208,3
			12	0,210/0,210	210	
		MD <sub>1</sub>	13	0,214/0,216	202	
		MD <sub>2</sub>	14	0,212/0,212	203	199
		MD <sub>3</sub>	15	0,220/0,222	190	

Anexa 28

Rezultate ale încercării de îndoire a probelor sudate.

Marcaj probă	Poan- son	Grosime probă (mm)	Diametru dorn (mm)	Unghi de îndoire pe epruveta cu fața 1 comprimată	Unghi de îndoire pe epruvetă cu fața 2 comprimată
	F1	30	90	180	180
	F2	30	90	180	180
F	F8	35	75	180	180
	F9	35	75	180	180
	B1	30	90	180	180
	B2	30	90	180	180
B	B8	35	75	180	180
	B9	35	75	180	180
	B1L	30	75	180	180
B1	B1L	30	75	180	180
	B1L	35	75	180	180