

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMENTULUI
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VILA" TIMISOARA

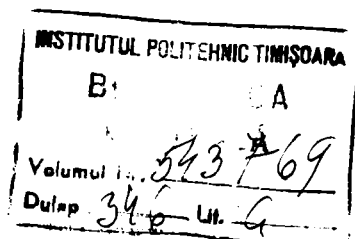
ing.SOVAIALA V.CORNEL STELIAN

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC,
prof.dr.doc.șt.ing.POPOVICI VLADIMIR

- 1 9 8 9 -



BUPT

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMANTULUI
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VULIA" TRIBISOARA

ing.SOVAIALA V.CORNEL STELIAN

CERCETARI PRIVIND REALIZAREA FILTRELOR SUDATE
PENTRU SONDE CU VIITURI DE NISIP

CONDUCATOR STIINTIFIC,
prof.dr.dec.st.ing.POPOVICI VLADIMIR

- 1 9 8 9 -

ZIȘTĂRII

INTRODUCERE

1. PREZENTAREA TEORIEI ȘI APLICĂRII ALE ÎNSURĂRII ȘI A ÎNCHEIERII DIN PUNCTUL DE PUNCT DE VEDERE.....	pag.1
1.1. Generalități.....	1
1.2. Acțiune obiectivă.....	2
1.3. Acțiune erozivă.....	3
2. STUDIUL ACTUAL AL ÎNSURĂRII ÎNCHEIERII SUBIECTIVE DE PUNCT DE VEDERE.....	5
2.1. Generalități.....	5
2.2. Tendințe actuale în construcția și utilizarea filtrelor pentru reținerea nisipului.....	6
3. STUDIUL ACTUAL AL EXECUȚIEI ȘI ÎNCHEIERII ÎNCHEIERII ÎN TERRA.....	11
3.1. Metode de filtre construite în țară.....	11
3.2. Modul de utilizare a tipurilor de filtre.....	13
4. STUDIUL UNUI NOU MOD DE ÎNCHEIERI SUBIECTIVE DE PUNCT DE VEDERE.....	20
4.1. Cercetări privind oțelurile utilizate.....	21
4.2. Particularități privind comportarea la sudare a oțelurilor inoxidabile austenitice, folosite la construirea filtrelor.....	23
4.3. Aspecte privind coroziunea oțelului și a îmbină- rilor sudate din filtru.....	27
4.3.1. Coroziunea electrochimică.....	27
4.3.2. Coroziunea prin puncte.....	27
4.3.3. Coroziunea intercristalină.....	27
4.3.4. Coroziunea tensiocompresivă.....	29
5. STUDIUL REZISTENȚEI DE CONTACT ÎNTR-UN SISTEM GENERATOR ȘI ÎNTR-UN SISTEM DE ÎNCHEIERI.....	29
5.1. Contactul mecanic în vederea obținerii punctului sudat.....	29
5.1.1. Creșterea suprafeței de contact.....	31
5.2. Studiul deformațiilor plastice la apăsare cu forța F pentru realizarea filtrului sudat....	33
5.3. Contactul suprafețelor metalice sub acțiunea curentului electric.....	33

5.3.1.	Analiza electrică a suprafațelor cu forțe de atracție în planul contactului...	pag.34
5.3.2.	Unitatea de măsură a adăstării pentru contactele electrice reci.....	38
6.	PROIECTAREA SISTEMELOR DE SUDARE ȘI METODELE DE CLASIFICARE A LOR.....	42
6.1.	Reprezentarea individualilor sudate.....	42
6.2.	Sudarea electrică prin presiune la curent alternativ prin impulsuri de curent.....	44
6.3.	Sudarea electrică prin presiune la curent continuu a electrodului sudate ale filtrului.....	46
6.4.	Sudarea electrică prin presiune în puncte cu energie concentrată în câmp electrostatic.....	48
7.	CONDICIILE PENTRU O ÎNSTRUIRE ÎNSTRUIRE ÎN ÎNSTRUIRE ÎN LA ÎNSTRUIRE ÎNSTRUIRE ÎNSTRUIRE ÎNSTRUIRE.....	50
7.1.	Curentul electric în potențial sudat și în circuitul de sudare.....	50
7.2.	Câmpul termic în înstruirea sudată.....	54
7.3.	Caracterizarea procesului termic la sudarea prin puncte prin impulsuri de curent.....	57
7.4.	Metode tehnologice ale regulării proceselor electrotactice în cazul sudării prin puncte.....	62
7.5.	Sudarea cu vapori la sudarea electrodului filtrant.....	64
8.	CONDIȚIILE EXPERIMENTALE DE REALIZARE A FILTRULOR SUDATE.....	68
8.1.	Partea mecanică.....	68
8.1.1.	Aspecte matematice ale elicei circulare.....	68
8.1.2.	Clasificarea schemei cinematice a mecanismului propus pentru realizarea filtrului sudat.....	72
8.1.3.	Realizarea dispozitivului de înfășurare.....	74
8.2.	Partea electrică.....	80
8.2.1.	Caracteristici electrice generale.....	80
8.2.2.	Construcția și schema circuitului de sudare utilizat la realizarea filtrului sudat.....	84
8.2.2.1.	Role de contact.....	84

3.2.3.	Calculul circuitului de sudare.....	pag.85
3.2.4.	Transformatorul de sudare.....	89
3.3.	Partea electronică.....	92
3.3.1.	Comanda sistemului de alimentare.....	92
3.3.2.	Înterupător tiristorizat.....	95
3.3.3.	Elaborarea schemei electronice de comandă...	96
9.	EXPERIMENTARI CU ECHIPAMENTUL REALIZAT.....	98
9.1.	Cercetări metalurgice.....	98
9.2.	Cercetări privind rezistența de contact între SI și SG.....	103
9.3.	Cercetări privind uzura la coroziune efectuate în laborator,.....	117
9.4.	Probe de uzură pe stand.....	118
9.4.1.	Construcție stand.....	121
9.4.2.	Concluziile probelor.....	121
10.	STUDIUL UNUI UNITATI INDUSTRIALE PENTRU REALIZAREA FILTRULOR	123
10.1.	Dotarea tehnico-materială.....	123
10.2.	Caracteristici ale aparatului componente.....	125
10.3.	Possibilități de realizare în țară a acestor componente.....	127
10.4.	Uzura componentelor.....	127
10.5.	Costul investițiilor.....	128
10.6.	Controlul calității filtrelor.....	129
11.	STUDIUL TEHNICO-ECONOMIC SI EFICIENȚA ECONOMICĂ.....	130
11.1.	Studiul prețului de cost al unui filtru realizat în țară.....	130
11.2.	Studiul eficienței economice realizate prin utilizarea acestui tip de filtru.....	132
12.	CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE SI PROBLEME DE VIITOR.....	134
12.1.	Concluzii finale.....	134
12.2.	Contribuții originale.....	135
12.2.1.	În domeniul cercetării fundamentale.....	135
12.2.2.	În domeniul cercetării aplicative.....	135
12.3.	Probleme de viitor.....	136

BIBLIOGRAFIE
NOTAȚII FORȘATE ÎN TEXT
ANEXE

INTRODUCERE

Dezvoltarea într-un stadiu înalt a industriei extractive de gaze și gaze din țara noastră a impulsionat producerea și utilizarea maselor de schimburi speciale din oțeluri inoxidabile care sînt deosebit de rezistente, avînd în vedere caracteristicile lor deosebite în exploatare.

Filtrele adesea din oțel inoxidabil profilat sînt cea parte din echipament special de industrie extractivă de gaze și gaze fiind utilizate pentru sîcînările cu grosimi mici și vîrtejuri de nisip.

Pe plan mondial, majoritatea firmelor specializate din stațiunile produse și utilizarea filtrelor adesea cu înălțime de sîcînă inoxidabilă profilată pe diferite suporturi (șevuri perforate realizate din oțel vechi aliat, oțel inoxidabil sau aliaje de aluminiu).

Producerea înaltă și costurile mici de filtre a crescut posibilitatea mîinii pînă la 10 ori a suprafeței efective de filtrare în raport cu filtrele cu șevuri de aceeași dimensiuni.

Acute tipuri de filtre sînt utilizate și în alte domenii de activitate, așa cum sînt, în industria chimică, energetică, ciment, mine, marini, etc.

Conceptia, producerea și realizarea regimului operativ cu dispozitivele necesare, stabilirea și optimizarea tehnologică de calitate, în vederea obținerii pentru prima dată în țară a filtrelor adesea cu înălțime de sîcînă inoxidabilă profilată constituie tematica cercetărilor desfășurate în prezenta lucrare cu ocazia programului aplicativ.

Lucrul este dezvoltat pe 12 capitole și cuprinde : 136 pagini, 33 figuri, 17 tabele și 6 anexe.

În cuprinderea de arată cu privire la unele funcționări filtrele adesea aluminiu și apă de sîcînă. Conceptia și realizarea acestor filtre prezintă o importanță deosebită, datorită influenței nefavorabile pe care o poate avea asupra filtrelor, intrarea care se poate realiza cu ușurință de corozivitate, evitarea și nu pot fi evitate.

puncte, ocupă capitolul 7 al lucrării. Tot în acest capitol se tratează și problema șuntării curentului electric la sudarea elementului filtrant.

În continuare capitolul 8 prezintă echipamentul experimental realizat în vederea obținerii elementului filtrant sudat prin presiune în curent alternativ prin impulsuri de curent. Capitolul tratează detaliat partea mecanică, partea electrică și electronică a echipamentului astfel realizat.

În capitolul 9 se prezintă experimentările efectuate cu elementele filtrante realizate. Examinările metalografice și la microsonda electronică au certificat calitatea îmbinărilor sudate atestându-se continuitatea lor chimică. Se confirmă astfel alegerea optimă a parametrilor regimului de sudare și lipsa modificărilor compoziționale în interfața SI și SG. Aparatura utilizată și cercetările experimentale privind rezistența de contact, fac de asemenea, obiectul acestui capitol. În continuare, sînt prezentate rezultatele experimentărilor privind uzura la coroziune a experimentelor efectuate pe standul de probă și în șantier. Rezultatele atestă superioritatea acestui tip de filtru în raport cu ceea ce se folosește în prezent în țară.

Studiul unei unități industriale pentru realizarea filtrelor, dotarea tehnico-materială, posibilitățile de realizare în țară a componentelor, fac obiectul capitolului 10.

În continuare, se tratează costul investițiilor necesare pentru realizarea unității industriale și probleme privind controlul calității filtrelor.

Realizarea și utilizarea filtrelor sudate din oțel inoxidabil conduce la importante economii valutare, la îmbunătățirea condițiilor de exploatare a sondelor de țigăi și gaze și la economii de fonduri bănești prin reducerea numărului de lucrări de intervenții la sonde. Aceste considerații, privind eficiența economică a filtrelor sudate sînt expuse în cadrul capitolului 11.

În finalul temei, capitolul 12 se prezintă o serie de considerațiuni finale, contribuții originale și probleme de viitor care trebuie să stea în atenția cercetătorilor ce lucrează în acest domeniu.

Teza se încheie cu prezentarea bibliografiei cercetate și a notațiilor folosite în teză.

aplicațiile obținute și concretizate în pre-
 terea de doctorat sunt susținerea unei activități de
 cercetare a autorului, desfășurată pe o perioadă de 6 ani
 sub îndrumarea sistematică a conducătorului științific,
 profesor dr. dec. și ing. POPOVICI VINCENȚIU, căruiu îi mul-
 țumesc din nou pentru sprijinul moral și material
 permanent acordat și pentru prețioasele indicații tehnico-
 științifice date.

Mulțumiri se cuvin, deasemenea, cadrelor didactice
 de la catedra Utilajul și Tehnologia Utilajului Petrolier
 a Institutului Petrol și Gaze Ploiești și în special tov.
 conferențier dr. ing. Uliana Vlad pentru sprijinul acordat
 în recitarea lucrării agregat experimentală și efectuarea
 necesarelor experimentări și încercări care au dus la rea-
 lizarea, pentru prima dată în țară, a elementelor filtrante
 sudate din oțel din oțel inoxidabil profilată, utilizate
 în corodare de țigă și gaze cu viteză de nisip.

Totodată mulțumesc și pe această cale, colecti-
 vului de ingineri și tehnicieni din cadrul laboratorului
 2 și 5 de la Institutul de Cercetări și Proiectări, pentru
 petrole și gaze Cluj și în special tovarășilor dr. ing.
 Traian Vasile, ing. Trăieșă Maria, ing. Tifligiu Viorea,
 ing. Stănescu Valeriu, pentru sprijinul și înțelegerea
 acordată în realizarea prezentei lucrări.

1. PROPRIETĂȚI FIZICO-CHEMICE ALE FLUIDELOR ȘI A NISIPULUI DE LA CĂMĂRĂȘTI DE TIERI

1.1. Generalități

Mediul în care funcționează filtrele este sistemul apă-pământ de cămăști. Cunoașterea acestui mediu prezintă importanță deosebită în influența nefavorabilă, pe care o poate avea asupra filtrelor, influență care se poate manifesta ca fenomene de coroziune-producere sau colmatare a lor.

Pentru a prevedea măsuri de protecție a filtrelor, trebuie cunoscuți factorii care pot conduce la aceste fenomene, facțorii legați de compoziția și proprietățile fizice ale mediului de lucru.

Compoziția apelor de cămăști se referă la ioni (cationii și anionii) constituenți prin combinarea cărora rezultă anumite săruri solubile sau insolubile, care conferă unelora din ele, proprietăți defavorabile.

Ionii cei mai răspândiți în apele de cămăști sunt Ca , Mg , Fe și Fe (cationi) și Cl , CO_3 , HCO_3 și SO_4 (anioni) [36]. Calciul este elementul major al apelor de cămăști și este importantă cunoașterea cantității lui în apă, deoarece el se combină ușor cu CO_3 sau SO_4 , formând crustă aderentă sau solide în suspensie care pot duce la colmatare. Ioni de Mg se găsesc în cantități mult mai mici, dar problemele sunt aceleași.

Cantitatea de Fe în apele de cămăști este destul de mică, dar prezența lui este un indicator de coroziune; prezența compuşilor de Fe precipitat poate cauza fenomene de colmatare a filtrelor, iar cantități mici de Ba pot de asemenea, crea probleme de colmatare. Ionul de clor este (ca prezență și cantitate) în apele de cămăști, clorura de sodiu fiind cea mai răspândită în ape; concentrația ionului de clor este o măsură a salinității apei.

Ionul de clor conduce în principal la corozivitatea apelor, apa fiind cu atât mai corozivă cu cât este mai sărată.

Ionii de CO_3 și HCO_3 sunt legați de formarea crustelor insolubile, care se pot depune, ionul SO_4 , de asemenea poate forma cu Ca sau Ba cruste insolubile.

Alte proprietăți ale apei de cămăști care trebuie

concentrație atât: PH, temperatura, conținutul în gaze dizolvate de solide în suspensie și de bacterii.

PH este o proprietate importantă deoarece cu cât este mai mare (bazic) cu atât este mai mare tendința de formare a crustelor din apă, ^{de zăcămint} în schimb la un PH mai scăzut (acid) deși tendința de încrustare scade, crește corozivitatea.

Cele mai multe ape de zăcămint au PH cuprins între 5 și 6.

Temperatura apei afectează tendința de încrustare PH și solubilitatea gazelor în apă. Dintre gazele dizolvate în apă: oxigenul contribuie semnificativ la corozivitatea apei și dacă este prezent și Fe, pot rezulta oxizi de Fe insolubili care pot produce colmatare ca și prezența oricăror bacterii.

Solidurile care se găsesc în suspensie, în apă, pot produce fenomene de eroziune sau colmatare.

Dintre proprietățile emulsiilor de țiței care pot produce probleme în funcționarea filtrelor sînt:

- conținutul în solide care pot produce eroziune;
- conținutul în apă sărată cu toate inconvenientele produse de apa de zăcămint;

- compoziția țițeiului (prezența unor compuși care pot depune asfaltene, rășini, ceruri, la modificarea condițiilor de presiune și temperatură).

1.2. Acțiunea corozivă ✕

În industria extractivă de petrol corozivitatea se manifestă atât la utilajul din sonde (filtru, coloane, lubing, pompe de extracție, etc.) cât și la utilajul de suprafață (cap de erupție sau cap de pompare, rezervoare separator, conducte de amestec, pompe, etc.).

Fenomenul de corozivitate se accentuează continuu într-un gantier, pe măsură ce, odată cu țițeiul se extrage din sondă și un procent din ce în ce mai mare de apă sărată corozivitatea a devenit o problemă mai dificilă odată cu aplicarea pe scară largă a injecției de apă sărată în zăcămintele care se efectuează atât pentru protecția apelor curgătoare și fractice, cât și pentru menținerea presiunii de zăcămint. În prezent, în țara noastră, apa sărată reprezintă circa 70% din fluidul extras prin sondele de țiței [14].

petrolului, în principal, datorită apei sărate care este un puternic electrolit. Caracterul coroziv apare și mai pregnant când apa sărată reziduală are un grad ridicat de mineralizare și un conținut mare de cloruri, hidrogen sulfurat și dioxid de carbon.

Fluidele din zăcămintele de țitei se extrag prin sonde care sînt la adîncimi diferite și de construcții diferite. Deci, coroziunea echipamentului de fund (filtre, coloane, pachet) se datorează fluidului extras și este funcție de caracteristicile acestui fluid (procentul de acizi naftenici) conținutul de hidrogen sulfurat (H_2S) și dioxidul de carbon (CO_2) de conținutul de apă sărată din fluidul extras, de adîncimea zăcămintului (temperatura) și de sistemul de exploatare și extracție. În baza cercetărilor întreprinse în țări cu puternică dezvoltare industrială s-au elaborat norme care fac recomandări privitor la oțelurile ce pot fi utilizate în aceste medii. Astfel, norme NACE MR 01-75-80, NACE TM 01-77 și API Spec. 6A recomandă utilizarea oțelurilor de tip austenitic pentru echipamente care vor lucra în sonde cu prezența H_2S , CO_2 , săruri de Na, K, Mg și apă sărată [54].

Acțiunea coroziunii în șantierelor de extracție a țiteiului se agravează în cazul aplicării metodelor secundare și de menținerea presiunii zăcămintului prin injecție de apă, gaze sau aer și în ultimă fază, de exploatare când sondele produc cu un conținut de 50-90 % apă.

În ultimii ani, probleme deosebite de coroziune a echipamentului de la fundul sondei au apărut în urma aplicării unor metode terțiare de extracție cum ar fi combustia subterană și injecția de abur, injecția de apă caldă, polimeri, etc.

În timpul funcționării sondei filtrul este supus acțiunii coroziv-erozive prin contactul cu nisipul și fluidele traversate de sondă. Astfel, caracterul și viteza de coroziune, precum și defecțiunile ce apar, sînt dintre cele mai diferite.

1.3. Acțiunea erozivă *

Procesele de eroziune și coroziune reprezintă distrugerea unui metal prin acțiunea turbulenței mediului care îndepărtează filmele protectoare de oxizi sau alte pelicule protectoare și pune în contact metalul cu mediul coroziv. În aceste condiții, efectele acțiunii combinate de eroziune și

coroziune, pot căpăta un caracter de intensă localizare, suprafața metalică fiind acoperită cu mici adâncituri, metalul arătând ca și cum a fost deformat cu lovituri efectuate de un corp dur (eroziune de impact) [22]. Efectul de eroziune este intensificat de obicei de prezența particulelor solide din flutle sau chiar de particule lichide antrenate de gaze.

În activitatea practică de gantier cele mai multe scaterzi din funcțiune a filtrelor se datoresc acțiunii cumulate a eroziunii și coroziunii.

Din aceste motive trebuie să se urmărească eliminarea acestor influențe, practic însă, nu este posibil în multe cazuri să se stabilească cantitativ acțiunea celor două procese (coroziune-eroziune). Un rol deosebit, în aprecierea acestor acțiuni îl are stabilirea parametrilor tehnologici de funcționare și în special de cunoaștere a vitezelor de curgere a fluidelor, a prezenței suspensiilor, a presiunii.

2. STADIUL ACTUAL AL EXECUTĂRII FILTRĂRII SONDELOR SUDATE PE PLAN MONDIAL

2. 1. Generalități

Prin filtrul unei sonde se înțelege porțiunea din coloană, din dreptul stratului productiv, prevăzută cu deschideri, prin care fluidele din strat pătrund în sondă [28].

Funcțiunea principală a unui filtru este susținerea pereților deschisi ai stratului productiv, permițând în același timp, trecerea fluidelor din strat în sondă și eventual a particulelor solide, care nu provoacă deranjamente în exploatarea sondei.

Utilizarea filtrelor în sondă, în vederea prevenirii migrării nisipului din formațiune în sondă, constituie o garanție pentru exploatarea normală a sondelor. În caz contrar, nisipul poate produce o serie de dificultăți, din care cele mai importante sînt:

- formarea unor depuneri în dreptul intervalelor perforate;
- uzarea pompelor de extracție, datorită acțiunii puternice abrazive a particulelor de nisip;
- înnisiparea pompelor cu sau fără dopuri de nisip în țevile de extracție;
- erodarea coloanelor de exploatare.

Toate aceste dificultăți conduc la oprirea sondelor din producție, la necesitatea executării unor frecvente lucrări de intervenții și reparații capitale, la imobilizări de forțe echipamente și instalații [47].

Pentru combaterea acestor dificultăți și asigurarea continuității funcționării sondelor, se folosesc astăzi pe plan mondial mai multe procedee dintre care se prezintă următoarele:

- introducerea în gaura de sondă a unor dispozitive filtrante pregătite la suprafață (filtrele);
- injecție de nisip cu cuarț în strat, urmată de introducerea în coloană a unui filtru, fixat cu pachet (dispozitiv care oprește trecerea fluidelor prin spațiul inelar dintre țevile de extracție, prăjini de foraj, coloane pierdute, etc. și coloana de tubaj a sondei sau pereții găurii de sondă);
- consolidarea nisipului în strat, prin injecție de nisip cu cuarț amestecat cu o masă plastică;
- fisurarea hidrolică, urmată de injecția de nisip

... [27].

2.2. Stabilitatea actiunii în construcția și utilizarea filtrelor pentru filtrarea nisipului

În prezent, pe plan mondial, majoritatea firmelor specializate din străinătate (Johnson, Screens, U.C.P., Houston Well Screen, Baker sand control), [71,76,90,91,92] produc și utilizează filtre cu înfăgurări de sîrmă profilată din oțel inoxidabil cu conținut de 0,03% C; 13-20% Cr; 8-12% Ni cu rezistență la coroziune și țevă din oțel inoxidabil cu 16-18 % Cr; 10-14 % Ni și 2-3 % Mo, în funcție de mediile în care lucrează filtrul.

Proiectarea judicioasă a acestor tipuri de filtre a creat posibilitatea măririi pînă la 30 ori a suprafeței de filtrare efective, în raport cu a filtrelor cu fante de aceeași dimensiuni pentru sondele cu debit mare de țitei și gaze redacte în anexa 1.

O caracteristică principală a filtrelor din acest tip o constituie coeficientul de deschidere C_d care reprezintă procentul suprafeței deschise din suprafața totală a elementului de filtrare.

În fig. 2.1. se prezintă relația dintre lățimea fantei și coeficientul de deschidere avînd ca parametru dimensiunile sîrmei înfăgurătoare.

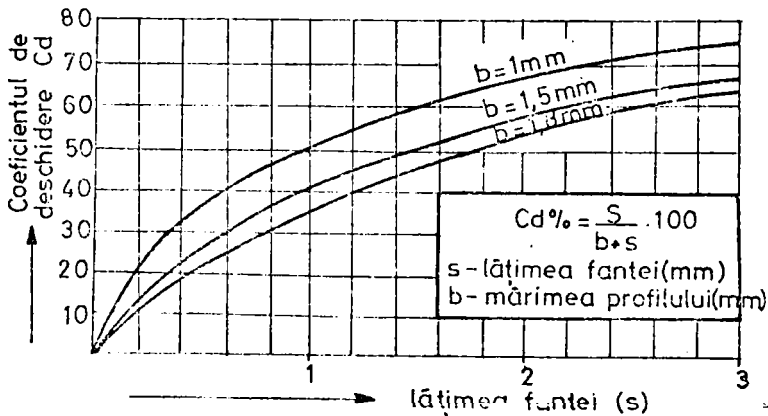


Fig. 2.1. Coeficientul de deschidere în funcție de lățimea fantei și dimensiunile sîrmei profilate.

Graficul este ridicat pentru următorul profil de sîmă, fig.2.2. avînd caracteristicile prezentate în tab.2.1.

Tabelul 2.1

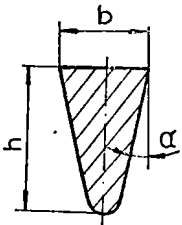


Fig. 2.2. Profil de sîmă utilizat pentru execuția filtrelor.

b			,8	lățimea profilului
h	2	2,5	3,7	înălțimea profilului
α	10°	12°	10°	unghiul divergență
A mm ²	1,30	2,40	4,25	secțiunea
W mm ³	0,33	0,75	1,97	modul de rezistență
I mm ⁴	0,39	1,11	4,33	moment de inerție

Deci, pentru o sîmă profilată cu latura bazei 1,5 mm la deschideri, variînd între 0,15 și 0,75 mm se pot obține coeficienți de deschidere între 9% și 33%.

Prin utilizarea sîmăi profilate din oțel inoxidabil austenitic cu secțiunea triunghi isoscel se realizează deschideri divergente spre interiorul filtrului, obținîndu-se spațiul de fugă pentru granulele care traversează înfășurarea, spațiu care elimină pericolul colmatării zonei de curgere a filtrului fig.2.3.a.

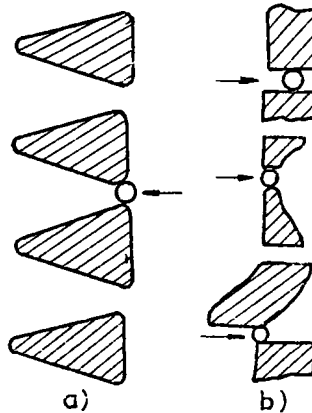


Fig. 2.3.

a) Deschideri divergente spre interiorul filtrului.

b) Deschideri cu margini paralele



Deschiderile necontinue cu margini paralele facilitează
colmatarea filtrelor fig.2.3.b.

Dimensiunile nominale ale filtrelor produse în țări cu
industria petrolieră extracțivă cu mare dezvoltare, sînt prezentate
în intervalul (1,05-7) inch și sînt prezentate în anexa 2.

Greutatea pe metru liniar de element filtrant cu lățime
fantă (spiră pe spiră), O (mm) este indicată în figura 2.4. Pentru
aceeași greutate pe o lățime de fantă dată se folosește următoarea
relație (90):

$$G = G_0 \frac{100 - Cd}{100}$$

Presiunea de turtire (distrugere) în (KPa) pentru un
filtrant cu lățimea fantă O mm este dată în fig.2.5. Presiunea de
turtire pentru un element cu lățimea fantă dată, se poate calcula
cu relația următoare [90]:

$$\sigma_p = \sigma_{po} \frac{100 - Cd}{100} \text{ KPa}$$

$$1 \text{ KPa} = 0,01 \text{ bar} = 0,145 \text{ psi}$$

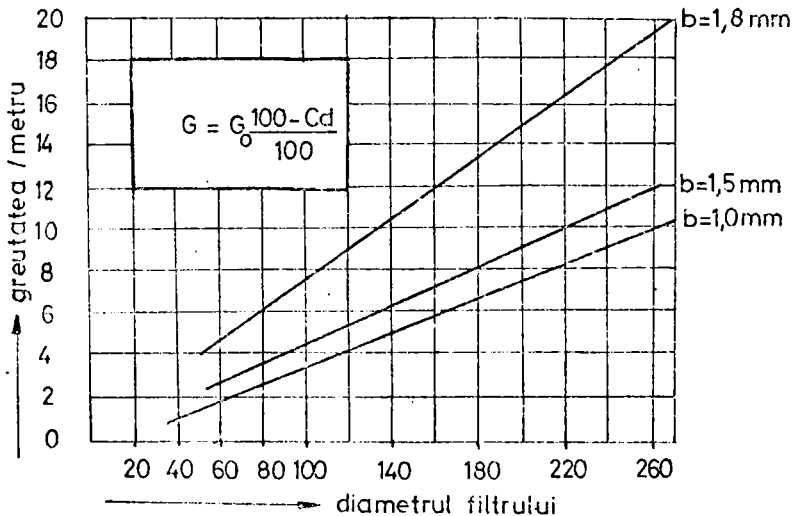


Fig. 2.4. Greutatea pe metru liniar de element
filtrant în funcție de dimensiunile filtrului
și de coeficientul de deschidere.

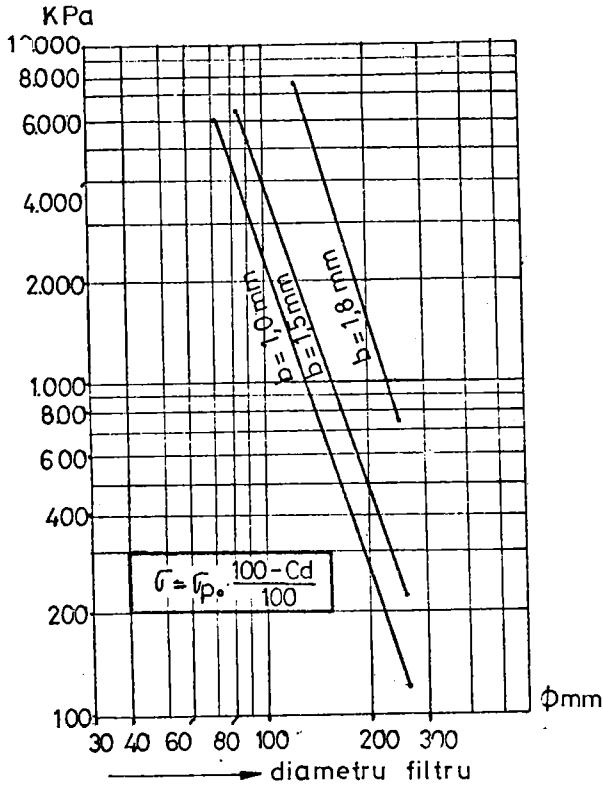


Fig.25. Presiunea de turtire (distrugere) KPa în funcție de dimensiunile filtrului, lățimea fantei 0 mm.

Pentru aplicații speciale, elementele filtrante se ramfursează pe o țevă special pregătită pentru a mări presiunea de turtire (cazul filtrelor pentru sondele de țife și gaze cu viituri de nisip)

Firmele producătoare de filtre recomandă ca diametrul exterior al filtrului să nu depășească cu mult diametrul exterior al garniturii de extracție. În acest sens, tabelul 2.2. este edificator [71].

Tab. 2.2.

Diametre exterioare de filtre recomandate pentru diferite diametre de coloană de exploatare (firma BEKER - SUA)

Diametru coloană perforată		Diametru exterior al țevii perforate		Diametru exterior al filtrului	
inch.	mm.	inch.	mm.	inch.	mm.
4 1/2	114,3	1 1/2	38,1	2,337	59,3
5	127	2 3/8	60,3	2,5; 2,812	63,5; 71,42
5 1/2	139,7	2 3/8	60,3	2,812	71,42
6 5/8	168,27	2 7/8	73	3,312	84,12
7	177,8	2 7/8 - 3 1/2	73 ; 88,9	3,312 ; 3,937	84,12 ; 99,9
7 5/8	193,6	2 7/8 - 3 1/2	73 ; 88,9	3,312 ; 3,937	84,12 ; 99,9
8 5/8	219,0	4	101,6	4,437	112,69
9 5/8	244,4	4	101,6	4,437	112,69

Prin respectarea acestor indicații vor fi satisfăcute următoarele condiții:

- un spațiu inelar mai mare ce reduce posibilitatea formării depunilor suspendate în spațiile filtrelor, pe parcursul operației cu injecție de nisip;

- rezerva mai mare de nisip plasată în spațiul inelar de deasupra filtrului permite umplerea prin segregare a eventualelor goluri ce pot apărea de-a lungul filtrului după punerea în exploatare a sondei.

- jocul radial minima de 1 inch dintre filtru și coloană permite degajarea ulterioară prin spălarea filtrelor blocate și deteriorate.

3. STADIUL ACTUAL ÎN EXECUȚIA ȘI UTILIZAREA FILTRELOR ÎN ȚARĂ

3.1. Modele de filtre construite în țară

După modul de construcție, filtrele executate în țară se împart în două categorii:

- a) Filtre construite direct în gaura de sondă,
- b) Filtre construite la suprafață.

a) Filtrele construite direct în gaura de sondă [27]

sînt realizate prin perforarea coloanei din dreptul stratului productiv, cu perforatoare cu gloanțe sau cu jet, introduse în sondă. Acest tip de filtre prezintă următoarele avantaje principale:

- asigură izolarea straturilor acvifere sau cu roci friabile, intercalate între straturile productive, prin perforarea numai acestora din urmă;

- exploatarea separată a stratelor productive din aceeași sondă, ținînd seama de caracteristicile fizice ale rocii sau de parametrii diferiți ai stratelor productive (presiunea de strat, impurități, etc.);

- accelerarea lucrărilor de pregătire a sondei pentru punerea în producție;

- costul mai redus al forajului sondei.

La straturile care produc din nisipuri neconsolidate sau din roci friabile este necesar un număr mare de găuri care au însă diametre mici. Acest lucru se realizează mai greu cu aparatele de perforat, întrucît coloana nu poate fi perforată cu gloanțe care să aibă diametre mai mici de 4,5mm și care sînt prea mari pentru a împiedica intrarea nisipului în sondă.

- În aceste cazuri, trebuie introduse în sonde, filtre construite la suprafață, la care deschiderile pot fi sub 1 mm, însă suprafața totală a deschiderilor este suficient de mare pentru a nu micșora capacitatea de filtrare.

... b) Filtre construite la suprafață executate în țară.

După construcția acestora, se clasifică în următoarele modele:

- a) filtre cu găuri sau glițuri
- b) filtre cu inele randalinate
- c) filtre cu butoane

d) filtre cu margini de pietriș consolidat cu mase plastice;

e) filtre împachetate cu nisip de cuarț în coloană sau în teren;

f) filtre cu înfășurare de sîmă

a) Filtre simple cu găuri sau slițuri

Se construiesc din burlane sau țevi de diametru corespunzător coloanelor în care se introduc, prevăzute cu găuri sau slițuri, aranjate pe mai multe generatoare. Orificiile pot avea diametrul de la 1,5 mm pînă la 20 mm și se aranjează în jurul burlanului formînd șiruri verticale în lungul generatoarei - fig-3.1.

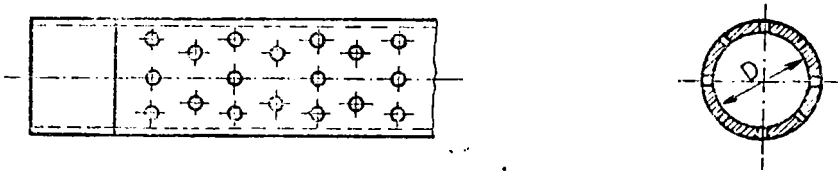


Fig. 3.1. Filtre cu artificii circulare .

Șirurile sînt spațiale astfel încît o secțiune în lungul generatoarei , făcută unui șir, să nu întîlnească nici un orificiu al șirurilor imediat vecine.

Deasemenea, o secțiune normală pe axa burlanului, care taie un șir de orificii, dispuse pe aceeași circumferință, nu trebuie să întîlnească orificii dispuse pe circumferințele imediat vecine. Aceste măsuri sînt luate cu scopul de a nu micșora rezistența burlanului.

Se construiesc și filtre cu orificii care se folosesc mai mult pentru consolidarea coloanei care au 20...60 orificii pe metru liniar, cu diametrul între 6 și 10 mm.

Slițurile în număr de 100-135 pe metru liniar au lungimea de 100 mm și cu deschiderea de 0,5...0,7 mm sînt tăiate cu freze speciale sau folosindu-se procedeul de

electroeroziune și dizolvare anodică. Tăierea glițurilor se poate face longitudinal (fig.3.2.), când filtrul rezistă mai bine la eforturile de tracțiune sau transversal când filtrul rezistă mai bine la acțiunea unor presiuni laterale ridicate (fig.3.3).

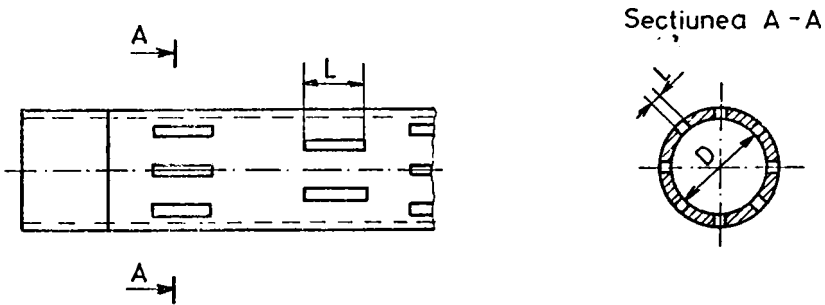


Fig. 3.2. Filtru cu șlițuri longitudinale.

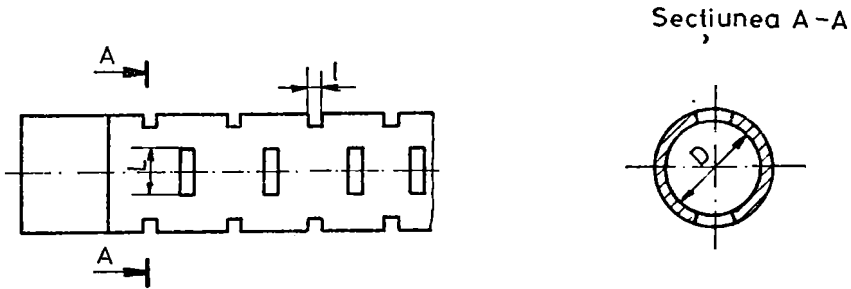


Fig. 3.3. Filtru cu șlițuri transversale.

Filtrele simple, cu șlițuri prezintă avantajul că ocupă un spațiu mic și nu se colmatează ușor, dar ele nu sînt capabile să împiedice pătrunderea granulelor de nisip de diametru foarte mic, în sondă. Se folosesc la sondele cu grosimi mari de strat (100-140 m) și pentru conținut în argilă peste 12%.

Introducerea lor în sondă se face cu țevile de extracție și cu un lansator simplu.

b) Filtre cu inele randelinate. Sînt construite dintr-o serie de inele metalice așezate unele peste altele în exteriorul unui buclan sau țevă glijuită și strinse la cele două capete printr-nufe speciale. Inelele au imprimată pe ele randelinare pe una din fețe, ganțuri care constituie căile de pătrundere a fluidului în interiorul filtrului.

Filtrele cu inele randelinate se introduc în țevile de extracție și se etanșează la partea lor superioară cu coloana sondei, printr-un pachet cu garnituri de plumb.

Ele se folosesc ca atare sau împreună cu injecții de nisip în formațiune.

c) Filtre cu butoane. Se construiesc din burlane de fontă, prevăzute cu orificii de diametre de 3-20mm (fig.3-4). În aceste orificii se fixează, prin îngurubare sau ștanșare, niște butoane prevăzute cu o serie de glijuri cu deschideri de 0,15...2,0 mm. În funcție de granulația nisipului și de vîscozitatea țigțeiului. Butoanele se construiesc din oțel, bronz sau din materiale plastice.

În locul glijurilor se poate fixa o masă de nisip consolidat cu rășini sintetice, de permeabilitate foarte ridicată.

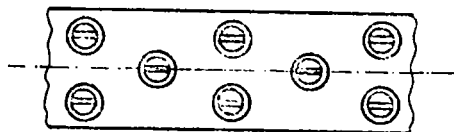


Fig.3.4. Filtre cu butoane.

d) Filtre cu manșon de pietriș consolidat cu mase plastice (fig.3.5.). Sînt construite dintr-un tub de oțel sau de aluminiu șlițuit cu diametru interior de 2-3 inch.

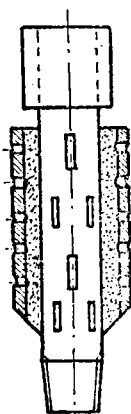


Fig. 3.5

Filtru cu manșon de pietriș consolidat cu mase plastice

Acest tub este îmbrăcat cu un manșon de nisip de cuarț cu diametrul de 0,5...1,5 mm consolidat cu o rășină sintetică. Manșonul este la rîndul său îmbrăcat cu un protector de tablă subțire, șlițuită sau perforată.

Filtrul se folosește la sonde cu strate de grosime mică, în coloane în stare bună și la nisipuri care conțin argilă sub 15 %.

Are dezavantajul că ocupă un spațiu mare în coloană are secțiune interioară liberă mică și se poate deteriora ușor

atît în timpul manevrelor, cît și în timpul funcționării.

e) Filtre împachetate cu nisip de cuarț în coloană sau în teren (fig.3.6.) [47].

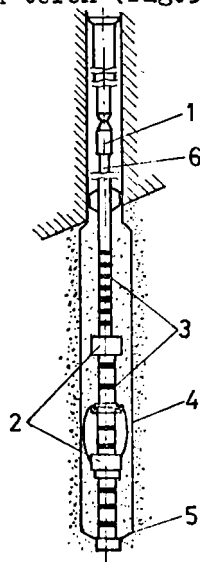


Fig. 3.6

Filtru împachetat cu nisip de cuarț

Filtrele împachetate se pot introduce atît în sonde tubate (cu coloane mai mari de 6 in) dar mai ales în sondele la care stratul productiv nu este tubat

În aceste din urmă cazuri, după tubarea și cimentarea unei coloane de exploatare pînă deasupra stratului productiv, se continuă forajul cu sapă normală și apoi se lărgeste zona din dreptul stratului productiv cu oca 150-200 mm în diametru, folosindu-se de regulă ca fluid de foraj țieul.

Se introduce ansamblul filtrului format dintr-o coloană pizdantă din burlane glijuite (3), o mufă de încrucigare (6) și un pachet de plumb (1).

În interiorul filtrului se află o țevă de diametru 2 3/8 inch care este conectată în ansamblul pachet-mufă de încrucigare; ea face legătura directă între țevile de extracție, cu care se introduce filtru și baza filtrului (5) pentru a se putea realiza o circulație coloană-țitei, în timpul introducerii filtrului la talpa covei. În exteriorul filtrului sînt montate ghidaje (centrări) construite din foi subțiri de oțel pentru centrarea lui în gaura de sondă (4) și asigurarea unor condiții mai bune de împachetare cu nisip.

f) Filtru cu înfășurare de sîrmă

În prezent, în țară, grupa operativă specială a Ministerului Petrolului care se ocupă de problema viiturilor de nisip a studiat 4 tipuri de filtre pentru nisip și anume:

- filtre sinterizate pe bază de aliaje cupru-staniu;
- filtre pirotehnice bazate pe reacțiile în fază solidă a unor substanțe chimice cu nisipul;
- filtre sandwich;
- filtre Jhonson, după numele firmei care le-a produs prima dată;

Dintre toate aceste tipuri de filtre cele mai bune rezultate le-a dat filtrul Jhonson cu înfășurare de sîrmă.

Atelierul grupei operative produce filtre cu înfășurare de sîrmă din oțel carbon avînd dimensiuni de 2 7/8 și 3 1/2 inch, curent solicitate de schelele de producție petrolieră.

Suportul filtrului se trimite de către beneficiar (schelele de producție petrolieră), sub formă de țevă din OLT 45 STAS 3133-80 sau țevă de extracție cu glijuri între 1 și 4 mm sau glijuri de Ø7-Ø 10 mm.

Caracteristici constructive

- | | |
|---|-----------|
| - lungimea țevii suport | 1020-2970 |
| - diametrul exterior al țevii suport(mm): | |
| - curent 73 | -83,9 |
| - la cerere 40 | -140 |
| - numărul de perforaturi circulare | 10 - 36 |

- numărul de perforații circulare pe țeava suport (pe o generatoare) 10-36
- distanța între două perforaturi
- circulare situate pe aceeași generatoare (mm) 75
- numărul de generatoare cu perforații circulare 12 (echidistante)
- tipul țevii suport țeavă extracție Ø 2 7/8 - 3 1/2
- filtrul de la capetele țevii suport KG 2 1/2" K3"
- diametrul perforaturilor circulare practicate în țeava suport (mm) Ø 7 - 10
- dimensiunile secțiunii generatoarelor distanțiere (mm) Ø 2,8 (Ø 3)
- dimensiunile secțiunii sârmei folosită la înfășurare (mm) Ø 2,8
- lungimea înfășurării elicoidale de sîrmă (mm) 320...2770
- diametrul exterior al filtrului (mm) 84,2-102
- distanța între două spire alăturate (distanța de filtrare) (mm) 0,1 -1(±0,05)
- modul de îmbinare al filtrelor pentru obținerea lunginii dorite de beneficiar cu mufe
- materialul din care este realizată sîrma de înfășurare OL-37 (OL 45)
- numărul cordonilor de sudură pe generatoare 3 (la 120°)
- preț vânzare/metru liniar 1100 lei

Se pot realiza filtre de acest tip și pe țevi suport cu diametru cuprins între 40 mm și 114,3 mm (4 1/2 inch).

Caracteristici funcționale

- suprafața de filtrare/metru liniar de filtru se calculează cu relația:

$$S_f = D_f \sqrt{(\ell - 3)^2 + \left[\pi (D + 12) \frac{\ell - 3}{3 + D_f} \right]^2} - 3 \ell' D_f \frac{\ell - 3}{3 + D_f}$$

unde: D_f - distanța de filtrare;

ℓ - lungimea înfășurării de filtrare;

$\ell = L - 200$; unde L - lungimea țevii suport

D - diametrul exterior al țevii suport

ℓ' - lățimea cordonului longitudinal la sudură (~5mm)

54 3769
346 9

Temperatura de utilizare max. 225°C

Debitul realizat prin utilizarea acestui tip de filtru sînt de 2-4 ori mai mari comparativ cu cele realizate de filtru cu inele randalinate sau cu inele ştanţate.

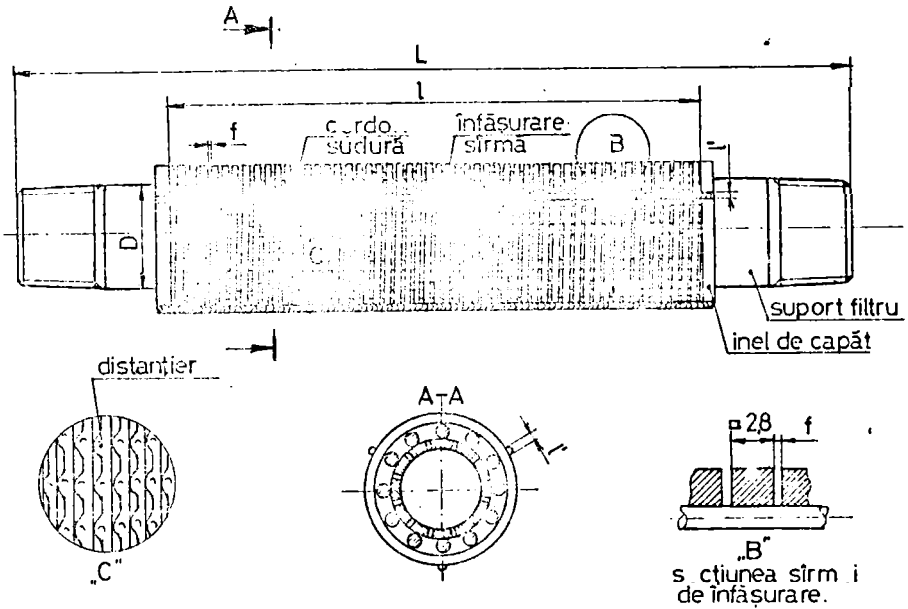


Fig. 3.7 Filtru cu înfăşurare de sîrmă din oţel carbon

3.2. Modul de utilizare a tipodimensiunilor de filtru

Înainte de introducerea filtrelor în sondă se efectuează pentru toate tipurile şi tipodimensiunile următoarele operaţiuni:

- şablonare
- frezare (în caz de necesitate);
- spălarea coloanei

După introducerea filtrului se procedează la împachetarea lui cu nisip cu granulaţie mai mare decît fanta de filtrare a filtrului folosit.

Deasupra filtrului se montează în mod obligatoriu un pacher corespunzător care să permită efectuarea unor operații periodice de spălare inversă.

Toate tipurile de filtre descrise nu se pot întreține și nici reconditiona după funcționare. Acțiunea de coroziune eroziune fiind intensă, defectele sînt ireparabile și filtrele trebuie retrase din exploatare și înlocuite.

4. PROIECTAREA UNUI NOU MODEL DE FILTRU SUDAT DIN OȚEL INOXIDABIL

Noul model de filtru sudat din oțel inoxidabil (fig.4.1.) este o variantă constructivă a filtrului de tip Johnson (sîrmă profilată înfășurată pe bare longitudinale profilate) care înlocuiește o țevă din oțel inoxidabil, în care au fost practicate găuri de $\varnothing 1$ mm. Numărul de găuri necesar se determină din condiția de egalitate a secțiunii de filtrare cu secțiunea tuturor găurilor practicate în țeva suport. [103]

Pînă în prezent, în țara noastră, nu a fost pusă la punct fabricația filtrelor de acest tip, iar literatura de specialitate nu prezintă elemente, privind tehnologia de fabricație a lor și cu atît mai puțin a modelului de filtru ce face obiectul prezentei cercetări [62] .

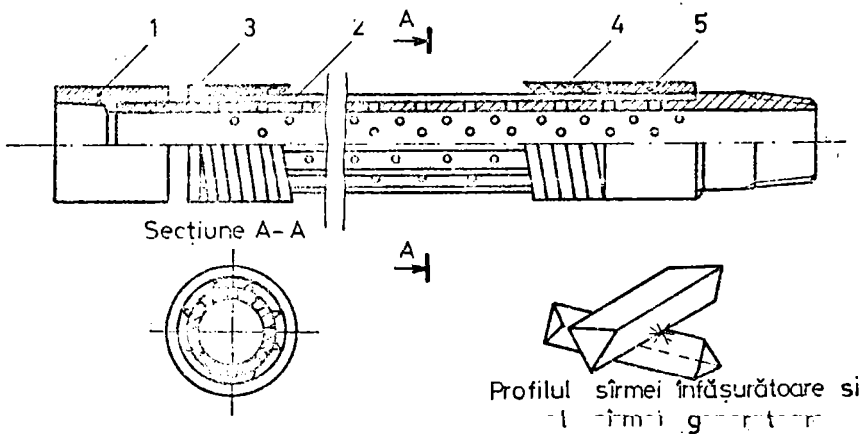


Fig. 4.1

Noul model de filtru se compune din elementul filtrant (4) (înfășurare din sîrmă profilată sudată, de bare longitudinale) (S.G. deasemenea, profilate, ambele din oțel inoxidabil austenitic) corpul filtrului (2) (țevă perforată din oțel inoxidabil sau țevă de extracție perforată grad C75 (rezistentă la coroziune) manson (5) și inel (3) care se sudază de corpul țevii solidarizînd astfel elementul filtrant de țeva suport.

Sudarea sîrmei profilate la fiecare contact cu barele longitudinale are ca efect obținerea unor caracteristici de rezistență mecanică ridicată, reducîndu-se riscul scoaterii din funcțiune a filtrului ca urmare a ruperii sîrmei înfășurătoare

Acest model de filtru prezintă următoarele avantaje constructive tehnologice:

- elementele de filtrare se pot realiza independent de țeava suport;
- precizia diametrului interior al elementului de filtrare nu influențează precizia cu care trebuie realizată țeava suport;
- filtrul, în această variantă, este recondiționabil, în sensul că dacă se produce deteriorarea elementului filtrant acesta se poate înlocui integral sau numai secțiunea deteriorată fără a fi necesară înlocuirea țevii suport.

4.1. Cercetări privind oțelurile utilizate

Filtrele sudate lucrează în gaura de sondă la nivelul straturilor productive în medii de țifei, apă sărată, medii acide cu CO_2 și H_2S , deci medii de coroziune și eroziune deosebit de active.

La filtrele construite din oțel carbon, țanta se acoperă de o peliculă de oxid de fier (rugină) care obturează filtrul. Viteza de curgere crește în zonele neacoperite de rugină ale filtrului, producînd găurirea lui prin eroziune, scoțînd astfel filtrul din funcțiune.

Se justifică deci, folosirea oțelurilor inoxidabile de tip austenitic pentru construcția filtrelor utilizate la sondele cu viituri de nisip.

Oțelurile inoxidabile austenitice se caracterizează prin conținut scăzut de carbon ($\text{C} < 0,1\%$) ceea ce este deosebit de important pentru sudarea electrică prin presiune în relief a elementului filtrant.

Aude asemenea, în componență 12-25% Cr și 8-30 % Ni conținînd o anumită proporție între elementele alfa-gene și gamma-gene, cu stabilitate pînă la temperaturi scăzute a austenitei. Aceste oțeluri prezintă caracteristici mecanice deosebite rezistență la coroziune, prelucrare ușoară prin deformare plastică și o bună comportare metalurgică la sudare.

Oțelurile inoxidabile austenitice se împart în mai

multe grupe în funcție de elementele principale de aliere [1]; [20]; [22]; [24]; [26]; [28].

- Oțelurile austenitice crom-nichel - se caracterizează prin conținutul foarte scăzut în carbon și o proporție de 18-20% a cromului și a nichelului calitate care se utilizează cu precădere.

Oțeluri Alături de această calitate deosebită se fabrică inoxidabile austenitice cu proporții de crom-nichel 12 - 12 18 - 12; 18 - 10; 20 - 12; 25 - 12; 25 - 20.

Conținuturile de carbon sînt frecvent 0,12% ; 0,07% ; 0,03% ; pentru a mări rezistența acestor oțeluri la temperaturi ridicate se adaugă siliciu care contribuie la anularea sensibilității de coroziune sub tensiune și la ameliorarea comportării în medii nitrice oxidante.

Combaterea coroziunii intercrystaline se realizează și prin adăsurii de titan, niobiu, în anumite proporții, de obicei circa 5 ori conținutul în carbon. Pentru a mări prelucrabilitatea prin aşchiere se adaugă cantități mici de sulf sau seleniu.

Reducerea prețului de cost a acestor oțeluri se realizează prin înlocuirea parțială a nichelului prin mangan și azot.

- Oțeluri austenitice crom-nichel-molibden. În scopul măririi rezistenței la coroziune, îndeosebi la acid sulfuric cloruri și acizi organici sau în mediu marin, se adaugă 2-4% Mo oțelurilor inoxidabile 18/8. Creșterea rezistenței la coroziune a oțelurilor Cr-Ni-Mo se poate face prin adăugarea de 1-2% Cu sau de 2-4% W și a stabilizatorilor titan sau niobiu. Se recomandă ca, conținutul în carbon al oțelurilor Cr-Ni-Mo să fie foarte mic ($C \leq 0,03\%$).

Principalele oțeluri austenitice folosite de firmele străine care construiesc filtre pentru combaterea viiturilor de nisip pentru industria petrolului sînt:

W_1 - 4435 - 2MoNiCr175 - STAS 11523-80

W_1 - 4306 - 2NiCr195 - STAS 11523-80

Pentru alte industrii se mai folosesc și oțelurile inoxidabile austenitice de tipul:

W₁ 4541 - 10 Ti Ni Cr 180 - STAS 3583-80

W₁ 4571 - 10 Ti Ni Cr 175 - STAS 3583-80

Cele mai importante date privind oțelurile de mai sus sînt prezentate în anexele 3, 4, 5, 6 sub formă de fișe sintetice [65] .

4.2. Particularități privind comportarea la sudarea oțelurilor inoxidabile austenitice folosite la construirea filtrelor.

Oțelurile austenitice crom-nichel conțin ca principale elemente de aliere 18% Cr și 8% Ni, fiind caracterizate prin procente scăzute de carbon ($C < 0,1\%$).

Ăceste oțeluri reunesc un număr foarte mare de proprietăți speciale pe care nu le posedă nici un alt tip de aliaj: rezistență la coroziune în aer; apă și agenți chimici; tenacitate și rezistență la temperaturi negative, capacitate înaltă de ecrusare, rezistență la oxidare la temperaturi ridicate, refractaritate.

Diagrama de echilibru (fig.42) indică variația solubilității carbonului într-un aliaj cu 18% Cr și 8% Ni și restul fier [40] .

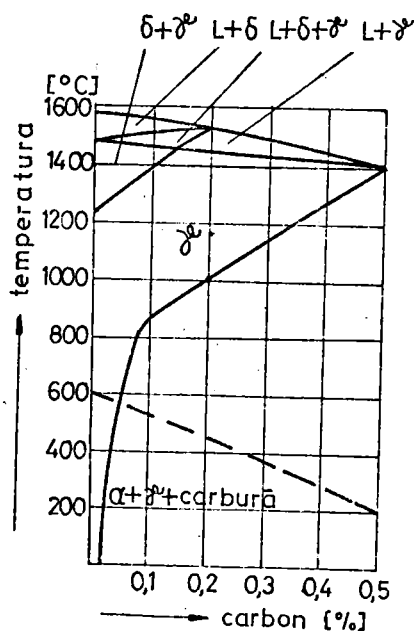


Fig. 4.2. Solubilitatea carbonului într-un aliaj 18% Cr, 8% Ni și 74% Fe.

Funcțiile critice ale diagramei Fe-Fe₃C sînt deci deplasate, astfel că :
 - punctul E ce delimitează domeniul oțelurilor este deplasat la 0,5 % C; temperatura punctului eutectic care acum se găsește la 0,7% C crește de la 1130°C la 1420°C.
 Rezultă că un oțel austenitic Cr Ni 18/8 care are un conținut Cr/Ni 18/8 va avea la temperatura mediului ambiant o structură alcătuită dintr-o masă de bază austenitică cu separări de ferită secundară și carburi dispuse la marginea grăunților.

Această structură obține prin răcirea cu viteze foarte mici a oțelului. Se remarcă faptul că separarea feritei secundare și a carburilor este favorizată de deformarea plastică rece a oțelului, în aceste condiții ele formându-se și în interiorul grăunțurilor de austenită.

Oțelurile cu 0,02 - 0,03 % C nu prezintă carburi în structura ele fiind pur austenitice.

Oțelurile bogate în elemente de aliere austenitizante nu mai prezintă și separări de carburi.

La răcire continuă posibilitatea apariției structurii de călire respectiv a *martensitei* este determinată de compoziția chimică a oțelului, conținutul în elemente de aliere influențând temperatura corespunzătoare a lui M_s .

Oțelurile austenitice CrNi 18/8 prin călire vor avea o structură pe bază de austenită metastabilă care în anumite condiții poate tinde spre starea de echilibru.

Sudabilitatea oțelurilor austenitice CrNi este influențată de sensibilitatea la fisurare a sudurii (punctului sudat) apariția fenomenului de c. rezian, formarea fazei intermetalice

Analiza cauzelor ce determină aceste fenomene permit stabilirea soluțiilor de remediu necesare realizării unor puncte sudate corespunzătoare:

- **fisurarea** sudurii apare la temperaturi ridicate peste 1200°C, în timpul solidificării. Fisurile formate la cald au un caracter **interdentritic**, fiind datorate fazelor ușor fuzibile la limitele grăunțurilor cristaline.

Elementele de aliere influențează în mod diferit sensibilitatea spre fisurare.

- nichelul favorizează apariția fisurilor prin formarea eutecticului Ni-Ni₃S₂ care se topește la 625°C și a altor compuși ușor fuzibili cu siliciu, niobiu și bor. [40]

- manganul prin legarea sulfurii are o influență favorabilă în sensul micșorării sensibilității la fisurare, în prezența cuprului însă, formează faze ușor fuzibile, care fiind plasate la limita grăunțurilor influențează defavorabil rezistența la fisurare a sudurilor;

- carbonul are o influență complexă asupra fisurării determinată de cantitatea conținută în oțel și mai ales de prezența elementelor Ti și Nb ce formează carburi, apare un eutec-

tic ușor fuzibil la limitele grăunților.

În cazul unor conținuturi mari de carbon (0,03 - 0,05) % se obține o sudură cu granulație fină ce împiedică fisurarea;

- siliciul prin formarea unor pelicule de silicați fuzibili și mărirea fluidității băii lichide favorizează fisurarea la cald.

- sulful și fosforul sînt elemente nedorite, ca de altfel în majoritatea tipurilor de oțeluri;

- wolframul, vanadiul și molibdenul au influență favorabilă conferind metalului rezistență la cald.

Eliminarea tendinței spre fisurare la cald se realizează prin stimularea creșterii cantității de ferită în oțel.

Ferita are acțiune asupra factorilor ce favorizează fisurarea prin mai multe căi, din care reținem:

- finisarea structurii (ferita cristalizează înaintea austenitei împiedicînd apariția structurilor dendritice grosolane

- relaxarea tensiunilor ca urmare a faptului că la temperaturi ridicate, ferita are caracteristici elasto-mecanice (rezistență mai redusă decît austenita);

- împiedică apariția eutecticilor ușor fuzibili pe care-i formează Si, S, P, prin faptul că solubilitatea acestor elemente în ferită este mult mai mare decît în austenită;

Mărirea conținutului de ferită se poate realiza prin:

- utilizarea unor materiale adecvate (diagrama Schaeffler, oferă valori orientative în acest sens;

- răcirea cu viteze mari a sudurii în domeniul temperaturilor peste 1250°C.

Metodele generale de reducere a tendinței spre fisurare constau în alegerea unor oțeluri cu conținut cît mai redus de fosfor, sulf și lipsite de elemente ce favorizează fisurarea, realizarea corelației optime între conținuturile de carbon și siliciu ale băii de metal lichid; creșterea procentului de mangan, care are influență favorabilă;

- elementul de filtrare realizîndu-se din oțeluri inoxidabile austenitice ($C \leq 0,05$) este necesară cercetarea comportării acestor oțeluri la sudarea electrică prin presiune.

Procesul de sudare a sîmnei profilate de barele longitudinale întotdeauna este în esență un proces de sudare în relief datorită suprafeței mici de contact a elementelor ce se sudează. Oțelurile inoxidabile austenitice prezintă anumite particularități la sudarea electrică prin presiune, legate de proprietățile fizico-mecanice ale acestor oțeluri și de compoziția lor chimică.

Un prim factor îl constituie rezistența lor mărită de deformare plastică la temperaturi înalte. Aceasta impune utilizarea unor compresii specifice de 2-3 ori mai mari decît la sudarea oțelurilor carbon. Aceste compresii specifice ridicate sînt necesare pentru eliminarea cel puțin parțială a oxizilor greu fuzibili, ce se formează prin încălzirea și topirea acestor oțeluri.

Din acest punct de vedere este total defavorabilă încălzirea oțelului înainte de a se realiza o apăsare specifică-ridică pe elementul ce se sudează.

Din această cauză este necesar ca instalația să permită generarea impulsurilor de curent numai în momentul cînd bara longitudinală de care se sudează sîmna se va găsi în planul vertical ce conține axa rolei de presare. Sudarea oțelurilor austenitice inoxidabile, se face în regim dur, timpul de sudare fiind aproximativ jumătate din cel folosit la sudarea oțelurilor cu conținut scăzut de carbon. Datorită rezistenței electrice ridicate și a conductibilității termice scăzute a oțelului inoxidabil același efect termic în piese se poate obține cu un curent de sudare cu 30-40 % mai mic decît la sudarea oțelului moale.

Reducerea la minimum a pericolului apariției oxizilor greu fuzibili, care este fenomenul cel mai nedorit la aplicarea acestui procedeu se realizează printr-o topire și o refulare rapidă. În scopul prevenirii precipitării carburilor respectiv a fazei $\sqrt{\quad}$ procesul de sudare electrică prin presiune este însoțit de răcire continuă cu apă.

4.3. Aspecte privind coroziunea oțelului și a îmbinărilor sudate din filtru

Corodarea oțelului și a îmbinărilor sudate din filtru se prezintă sub diferite forme în funcție de cauzele ce o generează.

4.3.1. Coroziune electrochimică

Acest tip de coroziune este de natură electrochimică sau chimică și se datorează formării unor cupluri galvanice ce apar în prezența incluziunilor sau a diferențelor de concentrație (mai ales a oxigenului) atacând întreaga suprafață sudată [16].

Coroziunea generală poate afecta diferite zone situate în sudură sau în metalul de bază, afectat de ciclul termic de la sudare.

4.3.2. Coroziunea prin puncte.

Spre deosebire de coroziunea generală porțiunea afectată în acest caz este localizată sub forma unei cavități, în volumul căreia pătrunde oxigen. Variația de concentrație a oxigenului dă naștere unui cuplu galvanic în care suprafața piesei și respectiv fundul cavității joacă rol de electrozi.

Incluziunile de orice natură, stropii de la sudare, asperitățile suprafeței, constituie elemente ce generează apariția acestui tip de coroziune.

4.3.3. Coroziunea intercrystalină

Această formă de coroziune afectează limitele grăunților și micșorează substanțial rezistența mecanică.

În stadii avansate metalul devine atât de fragil, încât se poate transforma în praf.

Aceste aspecte conduc la concluzia că fenomenul este deosebit de periculos și problema evitării lui este stringentă în cazul structurilor realizate din oțeluri inoxidabile austenitice.

Zonele afectate de coroziune pot fi situate în sudură, în apropierea liniei de topire, iar cel mai frecvent în zona de influență termomecanică (ZIT).

Coroziunea porțiunii din ZIT se produce într-un interval de temperaturi cuprins aproximativ între 450-300°C. Zona din imediata apropiere a liniei de fuziune este încălzită la temperaturi depășind 1200-1250°C. Acest gen de coroziune este

deznădit coroziivă intercrystalină în lamă de cuțit [40]. .

Apariția coroziunii intercrystaline poate fi explicată pe baza a două teorii:

- teoria sfințicării în crom, conform acestei teorii deoarece neajuratea oțelurilor austenitice au procente de carbon ce depășesc limita de solubilitate 0,02 - 0,03 % C la temperatura subiantă, prin încălzire la un anumit interval de temperatură, cromul precipită sub formă de carburi la limitele grăunților.

Acest fenomen bazat pe difuzie, duce la scăderea conținutului de crom sub 12%, procent sub care dispar caracteristicile de inoxidabilitate.

- teoria tensională - explicația dată de această teorie se bazează pe faptul că datorită tensiunilor dintre formațiunile precipitate și grăunți, coroziunea se localizează în această zonă.

Coroziunea în "lamă de cuțit" apare la oțelurile austenitice ce conțin adăsură de titan, niobiu sau tantal care au rolul de a forma carburi, fixând astfel carbonul și împiedicând formarea carburilor de crom.

La peste 1100°C și carburile acestor elemente se dizolvă. Prin încălzire la 1200-1250°C se formează carburile de crom, deoarece cromul este în cantități mult mai mari decât titanul, niobiul sau tantalul.

Ca o consecință a acestui fenomen, în zona de temperatură 1200-1250°C oțelul austenitic se comportă ca și când nu ar avea elemente de aliere carburigene.

Metodele de reducere a coroziunii intercrystaline se bazează pe:

- utilizarea unor oțeluri cu conținuturi reduse de carbon (<0,05%);

- utilizarea unor oțeluri stabilizate cu titan și niobiu;

- adoptarea unor viteze mari de răcire în intervalele critice de temperatură ;

- aplicarea de tratamente termice de recoacere, de difuzie și de călire pentru punere în soluție;

- utilizarea de energii liniare mici.

4.3.4. Coroziunea tenso-fisurantă

Producerea acestei coroziuni se datorează acțiunii simultane a tensiunilor mecanice și a mediului coroziv.

Coroziunea are un caracter mixt transcristalin și intercristalin.

Metodele de eliminare a acestui tip de coroziune constau în reducerea tensiunilor prin adoptarea de măsuri constructive adecvate.

Formarea fazei \bar{V} , compus intermetalic Fe-Cr, caracterizat prin duritate și fragilitate mare, reduce substanțial plasticitatea metalului.

În funcție de natura oțelurilor faza \bar{V} , poate lua naștere din austenită (oțeluri pur austenitice) prin transformări de tipul $\gamma \rightarrow \gamma + \alpha \rightarrow \gamma + \alpha + \bar{V} \rightarrow \gamma + \bar{V}$ la oțeluri ce conțin și cantități mici de ferită sau la oțeluri cu structură austenito-feritică prin transformările $\gamma + \alpha \rightarrow \gamma + \alpha + \bar{V} \rightarrow \gamma + \bar{V}$.

Faza \bar{V} apare la sudare în zonele ce au fost încălzite la temperaturi cuprinse în intervalul 600-900°C [41]; [55].

Dintre factorii ce favorizează separarea acestui compus se remarcă prezența elementelor molibden, siliciu, niobiu titan, precum și deformarea la rece.

Înlăturarea fragilității prin sigmatizare se realizează prin încălzirea oțelului la aproximativ 1000°C. timp de 2-4 ore.

5. STUDIUL REZISTENȚEI DE CONTACT DINTRE GENERATOARE ȘI SPIRALA ÎNFĂȘURĂTOARE A FILTRULUI . . .

5.1. Contactul mecanic în vederea obținerii punctului sudat

Suprafețele metalice curate aduse prin presiune în atingere formează un contact.

În microproeminențele separate, datorită presiunii ce se localizează între ele, cristalele de suprafață se apropie între ele la dimensiuni corespunzătoare distanțelor rețelilor cristaline. Astfel se formează un contact numit fizic.

Contactul mecanic reprezintă o îmbinare demontabilă, cu grosimea straturilor exterioare de la o fracțiune de milimetru la o fracțiune de milimetru.

Contactul electric, este cîntec contact mecanic prin
trece curenț electric.

Contactul de sudură, este oricare contact meca-
nic, demontabil, ce se transformă în procesul sudării, într-
unul fizic nedemontabil.

Pentru contactele mecanice se introduce următorii ter-
meni și noțiuni [31]:

ΔA_r - suprafața microcontactului elementar,
fiind condiționată de dimensiunile și forma microproeminen-
țelor elementare, ale undei asperităților;

A_r - suprafața reală de contact se formează prin
însușirea tuturor microcontactelor elementare n , deci:

$$A_r = n \cdot \Delta A_r \quad (5.1.)$$

A_c - suprafața de contur a contactului în limitele
căreia se asamblează toate microcontactele elementare sepa-
rate. Suprafața de contur este condiționată de presiunea de
acțiune și de ondulația suprafeței.

A_d - suprafața nominală ce se formează prin asperi-
tățile piesei ce se ating. În diferite cazuri suprafețele
ce intră în contact, fiind la fel prelucrate contactul există
prin toate suprafețele cu asperități.

În astfel de cazuri: $A_c = A_d$

În cazul contactului de sudură la sudarea prin pre-
siune, trebuie neapărat să luăm în considerare forța de strîn-
gere, dar și temperatura medie din planul contactului. Se con-
vine să se modeleze microasperitățile în formă de piramidă cu
baza pătrat (fig.5.1.).

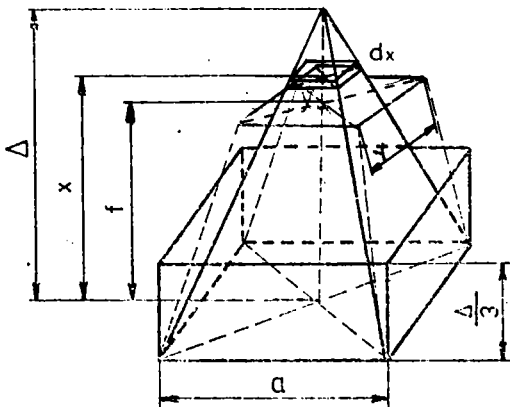


Fig.5.1. Modelarea microasperităților
în formă de piramidă.

Conform figurei, re-
ducerea relativă a înăl-
țimii este dată de relație

$$\Sigma = \frac{\Delta - f}{\Delta} = 1 - \frac{f}{\Delta} \quad (5.)$$

S-a stabilit prin
teoria plasticității:
că pentru contactul
plastic rece Σ se
poate calcula după
relație [31]:

$$\Sigma = \left(\frac{F}{3R_p a^2 A_c b} \right)^{1/2} \quad (5.)$$

Pentru suprafața limitată la masă: $b=1,4$; $\nu=2$; $c=3$ [31 Tab.1]

Această relație se mai poate scrie și sub forma:

$$\Sigma = \left(\frac{p}{3R_{p02}b} \right)^{1/2}$$

5.1.1. Cresterea suprafeței de contact

Se notează dimensiunea momentană a suprafeței de contact cu A și valoarea ei limită cu A_{lim} .

Deoarece, schimbarea dimensiunilor suprafeței momentane de contact este determinată de acțiunea presiunii p și a temperaturii Θ , atunci avem funcția notată cu $Z_1 = f(\Theta; p)$, care descrie suprafața de contact:

$$\frac{dA}{dz_1} = \alpha (A_{lim} - A) \quad (5.5)$$

$$dA = \alpha dz_1 (A_{lim} - A) = dz (A_{lim} - A)$$

deci variația schimbării suprafeței pe măsura schimbării funcției Z este proporțională cu diferența dintre limita valorii suprafeței de contact și cea momentană.

De aceea, în cazul unui Z_1 foarte mic variația schimbării suprafeței este foarte mare și invers în cazul unei valori foarte mari a lui Z_1 , aceasta tinde către zero.

Se observă că diferența reprezintă o ecuație diferențială cu coeficienți constanți. Se introduce coeficientul α și se obține:

$$\alpha Z_1 = Z$$

rezolvind ecuația diferențială obținem legea schimbării în dependență de Z .

$$A = A_{lim} (1 - e^{-Z}) \quad (5.6.)$$

Valoarea limită a suprafeței de contur va fi aria nominală A_n astfel:

$$A_c = A_n (1 - e^{-Z}) \quad (5.7)$$

deci A_c este liniară în raport cu A_n .

Pentru obținerea suprafeței reale urmează a se introduce o altă variabilă X de aceeași formă cu Z , dar deosebindu-se numeric de aceasta, deoarece X o considerăm o funcție de temperatură și de proprietățile de deformare ale metalului $X=f(\Theta, \Sigma)$

$$\text{Deci: } A_r = A_c (1 - e^{-X}) \quad (5.8)$$

Deoarece funcția Z constă din dimensiuni variabile ale presiunii p ce acționează în contact și temperatura contactului Θ poate să le conțină numai sub formă de produs.

Experiența arată că produsul se explicităază printr-o hiperbolă echivalentă. Ca urmare, ele intră în Z în gradul întâi. Dar ca produsul lor să fie adimensional, ele înseși trebuie să intre în funcția Z, într-o formă adimensională

$$Z = \alpha \frac{\Theta \sqrt{F}}{\Theta_{top} \sqrt{F_d}} \quad (5.9.)$$

$\frac{\Theta}{\Theta_{top}}$ - temperatura relativă

\sqrt{F} - sarcină specifică în contact formată ca raport al forței F, existentă în contact, la suprafața de contur A_c ,

$$\sqrt{F} = \frac{F}{A_c}$$

$\sqrt{F_d}$ - rezistența la apăsarea unui penetrator în oțelul inoxidabil.

Rezultatele experimentale arată că, în dependență de geometria modelului, rezistența deformației trebuie luată estimativ $\sqrt{F_d} = 3R_{poz}$ (5.10)

Atunci funcția Z are expresia:

$$Z = \alpha \frac{\sqrt{\Theta}}{3R_{poz} \Theta_{top}} \quad (5.11)$$

În momentul strivirii totale a contactului, suprafața de contur A_c , rămâne egală cu cea nominală A_n .

Aceasta, în cazul exponențial al funcției $Z \approx 4$.

În momentul egalității $A_c = A_n$ presiunea ce acționează este egală cu rezistența deformației, adică:

$$\sqrt{F} = \sqrt{F_d} = 3R_{poz}$$

Un astfel de raport este întâlnit și în cazul sudării la rece, ceea ce înseamnă că pentru temperatura contactului de sudură există egalitatea $\Theta = 293 \text{ K}$. [31]

Atunci:
$$\alpha = \frac{\Theta_{top} \cdot 4}{\Theta_{rece}} \quad \alpha = 4 \frac{\Theta_{top}}{\Theta_{rece}} \quad (5.12)$$

Pentru oțel $\alpha = 24$ [31]

Structura funcției X prin analogie cu funcția Z

este:
$$X = \frac{\Theta_{\Delta} \sqrt{F_{\Delta}}}{\Theta_{p\Delta} \sqrt{F_{d\Delta}}} \beta$$

β coeficientul ce depinde de dimensiunile micro-asperității. Indicele Δ de la simbolul temperaturii arată

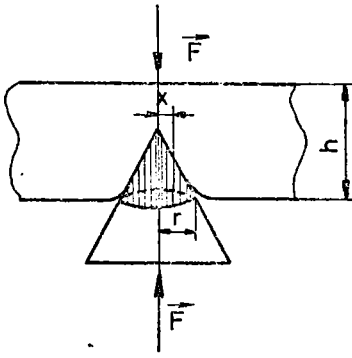
că uneori trebuie luată în considerare temperatura microproeminențelor de pe suprafața de contact. Valcarea tensiunii ce acționează $\sqrt{\Delta}$ și rezistența deformației microproeminențelor trebuie să fie raportate la suprafețe de contact reale.

Dacă în funcția X , presiunea $\sqrt{\Delta}$ este raportată la suprafața de contact a contactului și este reprezentată prin $\sqrt{\Delta} = \frac{F}{A_c}$ iar în locul rezistenței metalului $\sqrt{\Delta}$ se ia în considerare R_{p02} atunci:

$$X = \beta \frac{\Theta \sqrt{\Delta}}{\Theta_{top} R_{p02}} \quad (5.13)$$

5.2. Studiul deformațiilor plastice la apăsare cu forța F pentru realizarea filtrului sudat.

Să privim contactul de sudură dintre sîrma înfășurătoare și bara longitudinală (fig.5.2.).



Pentru calculul practic se consideră că sub un electrod dur deformația este uniformă sub presiunea:

$$p = \frac{F}{\pi r^2}$$

În realitate, repartizarea presiunii se face după legea [31]:

$$p_r = \frac{1}{2} \frac{F}{\pi r^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{r^2}}} \quad (5.14)$$

Fig. 5.2. Contactul de sudură dintre sîrmele profilate.

Plasticității arată că tensiunile medii ale apăsării datorită cărora metalul curge, se determină cu relația:

$$\sqrt{\Delta} = R_{p02} \left(1 + \frac{2}{3} \frac{S}{sh} \right) \quad (5.15)$$

S -secțiunea apăsată (mm^2)
 s -perimetrul secțiunii apăsate (mm)

5.3. Contactul suprafețelor metalice sub acțiunea curentului electric

5.3.1. Rezistența electrică a suprafețelor cu o microasperitate în planul contactului

Rezistența electrică a microasperităților se poate considera rezistență electrică pur metalică. Totuși ea trebuie să se distingească de rezistența electrică a metalului deoarece microproeminențele sînt suprasaturate prin toate felurile de microdefecte.

Conductibilitatea fiecărei micropiramide nu este omogenă. Straturile de bază și de mijloc, încă mai cu o conductibilitate metalică.

Sectoarele superioare fracționate, amestecate cu părți oxidate și molecule absorbite în cel mai bun caz au o natură de semiconductibilitate, iar în cel mai rău caz sînt intercalări izolante.

Se consideră că strivirea piramidei se face treptat, conductibilitatea ei în primul rînd se realizează prin interiorul piramidei și păstrează unitatea metalică.

În aceste condiții rezistența electrică a piramidei va fi egală cu (fig. 5.1):

$$r_{ep} = \int_0^x \frac{\rho_{\Delta} dx}{y^2} \quad (5.16)$$

Din condiții geometrice de asemănare obținem:

$$y = \frac{\Delta - x}{\Delta} a$$

$$r_{ep} = \int_0^x \frac{\rho_{\Delta} dx}{\left(\frac{\Delta - x}{\Delta} a\right)^2} = \rho_{\Delta} \left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 \int_0^x \frac{dx}{(\Delta - x)^2} \quad (5.17)$$

$$= \rho_{\Delta} \left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 \left(\frac{1}{\Delta - x} - \frac{1}{\Delta}\right)$$

$$\sqrt{\Delta} = \frac{F}{A_r} = \frac{F}{n y^2} ; y^2 = \frac{F}{n \sqrt{\Delta}} ; y = \sqrt{\frac{F}{n}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\Delta}}$$

$$\sqrt{F} = \frac{F}{A_{\epsilon}} ; \text{ deci } \frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{F}} = \frac{A_{\epsilon}}{A_r} ; \sqrt{\Delta} = \frac{A_{\epsilon}}{A_r} \sqrt{F}$$

(5.18)

în mod corespunzător:

$$y\sqrt{F\Delta} = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{n}} ; \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{A_c}{A_r}} \sqrt{F} \cdot y = \sqrt{F} \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_r}} y =$$

$$= \sqrt{F} \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_r}} \cdot \frac{\Delta - x}{\Delta} a$$

$$\frac{\sqrt{F}}{\sqrt{n}} = \sqrt{F} \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_r}} \left(1 - \frac{x}{\Delta}\right) a$$

$$\left(1 - \frac{x}{\Delta}\right) = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{n}} \cdot \frac{\sqrt{A_r}}{a\sqrt{F}\sqrt{A_c}}$$

$$1 - \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{n}} \cdot \frac{\sqrt{A_r}}{a\sqrt{F}\sqrt{A_c}} = \frac{x}{\Delta}$$

$$x = \Delta \left(1 - \frac{\sqrt{A_r}}{a\sqrt{n}}\right) = \Delta \left(1 - \sqrt{\frac{A_r}{A_c}}\right)$$

deoarece: $na^2 = A_c$

$$\text{deci: } r_{ep} = \rho_{\Delta} \left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 \left(\frac{1}{\Delta - \Delta\left(1 - \sqrt{\frac{A_c}{A_r}}\right)} - \frac{1}{\Delta}\right) =$$

$$= \rho_{\Delta} \frac{\Delta}{a^2} \left(\frac{1}{1 - 1 + \sqrt{\frac{A_c}{A_r}}} - 1\right) = \rho_{\Delta} \frac{\Delta}{a^2} \left(\frac{\sqrt{A_c}}{\sqrt{A_r}} - 1\right)$$

Deoarece rezistența electrică a celor n piramide reprezentă n unități paralele de reunificare, atunci rezistența comună generală este egală cu:

$$r_e = \frac{r_{ep}}{n} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{a^2} \left(\frac{\sqrt{A_c}}{\sqrt{A_r}} - 1\right) =$$

$$= \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(\frac{\sqrt{A_c}}{\sqrt{A_c}(1 - e^{-x})} - 1\right) = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(\frac{1}{1 - e^{-x}} - 1\right) \quad (5.19)$$

Trebuie observat că relația de mai sus nu poate oglindi real complexitatea contactului a două piese pe scara microasperității lor de suprafață.

Se numește rezistență de contact inferioară, acea rezistență electrică care dă naștere la un sistem de microproeminențe ce formează nemijlocit un contact metalic, contact ce poate fi solid, gazos sau lichid și care are însușirea unui semiconductor sau chiar izolator.

Dacă, între două microproeminențe elementare într-un moment de sarcină, există cea mai mică tensiune care în general este posibilă la contactul de sudură de ordinul 0,1 V, iar distanța dintre aceste proeminențe este aproximativ egală cu parametrul rețelei cristaline, în medie ($3,3 \cdot 10^{-8}$ cm), atunci gradientul potențialului va fi [31]:

$$\frac{0,1 \cdot 10^8}{3,3} \approx 3 \cdot 10^6 \text{ V/cm}$$

Un astfel de gradient este caracteristic pentru producerea efectului de sfărîmare. Existența acestui efect se datorează faptului că în momentul realizării unui astfel de gradient al potențialului se produce o perforare momentanee a ^{une} \sqrt{r} ramificații de contact.

Trebuie să observăm că gradientul înalt al potențialului se creează între microproeminențe, datorită faptului că pe vîrfurile lor se creează o densitate a sarcinilor electrice diferită de densitatea sarcinilor electrice de suprafață.

Avînd în vedere că densitatea de suprafață a sarcinii se determină cu relația [31]:

$$\Delta E = \frac{E}{4\pi r^2}$$

se trage concluzia că densitatea de suprafață a sarcinii pe vîrfurile microproeminențelor suprafețelor șlefuite poate fi de 10^3 ori mai mare ca pentru suprafețele polizate, deoarece microproeminențele rezultate prin șlefuire sînt mai mici decît cele rezultate prin polizare. Deci, cele mai ascuțite proeminențe dau naștere la contactul metalic. Dar de aici mai rezultă o concluzie referitoare la nedeterminarea rezistenței electrice a contactelor la rece, deoarece mărimea lor produce diferențe de po-

tențiale sau intensități diferite ale curentului ce străbate contactul.

Aceasta conduce la scăderea tensiunii în contact și formarea unei valori mijlocii a rezistenței totale a contactului.

Se cercetează în legătură cu cele de mai sus, influența mărimii curentului de sudură asupra rezistenței contactului.

Pentru fiecare pereche de microproeminențe, procesul formării contactului metalic prin efectul **stărimare** este limitat în timp. De aceea, putem considera că toată cantitatea de căldură care se separă în planul microcontactului se disipează în toate macro-microproeminențele după relația:

$$U \cdot I_{\Delta} t = \gamma_{\Delta} C_{\Delta} T_{\Delta} V$$

În această egalitate, indexul Δ pentru toate valorile se raportează numai la scara microproeminențelor și nu corespunde aceluiași constantă, pentru masele mari ale metalului.

Din egalitatea de mai sus determinăm rezistența electrică a microcontactului unitar r_{ep} și rezistența comună a tuturor celor n microcontacte.

$$\begin{aligned} I_{\Delta}^2 r_{ep} t &= \gamma_{\Delta} C_{\Delta} T_{\Delta} V \\ r_{ep} &= \frac{\gamma_{\Delta} C_{\Delta} T_{\Delta} V}{I_{\Delta}^2 t} = \frac{B V}{I_{\Delta}^2} ; \quad B = \frac{\gamma_{\Delta} C_{\Delta} T_{\Delta}}{t} \\ r_e &= \frac{r_{ep}}{n} = \frac{B V}{n I_{\Delta}^2} \end{aligned}$$

Volumul piramidei strivite este:

$$V = \frac{1}{3} a^2 f \left(1 + \frac{y^2}{a^2} + \frac{y}{a} \right)$$

rezultă că rezistența tuturor piramidelor strivite este:

$$r_e = \frac{B a^2 f}{3 n I_{\Delta}^2} \left(1 + \frac{y^2}{a^2} + \frac{y}{a} \right) = \frac{B f y^2}{3 n I_{\Delta}^2} \left(1 + \frac{a^2}{y^2} + \frac{a}{y} \right)$$

dar:

$$\frac{I_{\Delta}}{y^2} = iy \quad \text{și} \quad nI_{\Delta} = I$$

$$\frac{a^2}{y^2} = \frac{1}{1-e^{-x}} \quad ; \quad \frac{a}{y} = \frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} \quad ; \quad f = \Delta(1-\Sigma)$$

$$\Sigma = \left(\frac{\sqrt{f}}{3R_{\text{poz}}b} \right)^{1/3}$$

$$r_e = \frac{B\Delta(1-\Sigma)}{iyI} \cdot \left(\frac{1}{1-e^{-x}} + \frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} + 1 \right) \quad (5.20)$$

Se observă deci, că rezistența electrică a contactului la rece la aceleași presiuni, depinde de valoarea momentană a densității curentului în microcontact și de valoarea curentului prin tot contactul.

5.3.2. Criteriul similitudinii pentru contactele electrice reci.

Se determină rezistența electrică a piramidei deformate prin relația:

$$r_{ep} = \frac{\rho_{\Delta} f}{ay} \quad (5.21.)$$

În această relație ρ_{Δ} este rezistență specifică a metalului la scara micropiramidei.

Dacă contactul există prin n piramide pe toată suprafața de contur, atunci:

$$na^2 = A_c$$

Din condițiile egalității volumelor piramidei și paralelipipedului în care piramida se transformă după o strivire totală a ei, ajungem la:

$$V = \frac{f}{3} (a^2 + y^2 + ay) = \frac{a^2 \Delta}{3}$$

$$y^2 + ay + a^2 \left(1 - \frac{\Delta}{f} \right) = 0$$

$$y_{12} = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 - 4a^2 \left(1 - \frac{\Delta}{f} \right)}}{2} = \frac{-a + a\sqrt{1 - 4 + \frac{4\Delta}{f}}}{2}$$

$$y = \frac{a}{2} \left(\sqrt{\frac{4\Delta}{f} - 3} - 1 \right)$$

dar: $f = \Delta (1 - \Sigma)$

deci:
$$y = \frac{a}{2} \left(\sqrt{\frac{4}{1-\Sigma} - 3} - 1 \right) \quad (5.22)$$

rezistența contactului:

$$r_c = \frac{\rho_{\Delta} \Delta (1 - \Sigma)}{A_c \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{4}{1-\Sigma} - 3} - 1 \right)} \quad (5.23)$$

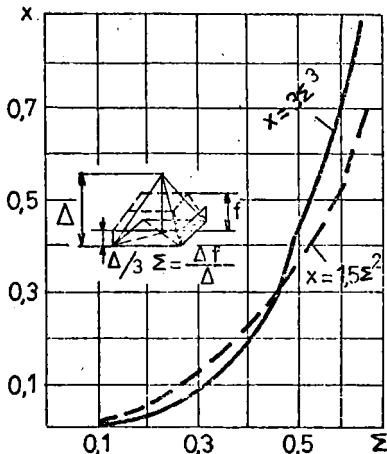
știm că: $r_e = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(\frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} - 1 \right)$ și comparînd-o cu

relația de mai sus stabilim echivalența funcției:

$$\frac{\rho_{\Delta} \Delta (1 - \Sigma)}{A_c \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{4}{1-\Sigma} - 3} - 1 \right)} = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(\frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} - 1 \right)$$

$$\frac{1 - \Sigma}{\frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{4}{1-\Sigma} - 3} - 1 \right)} = \frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} - 1$$

Pe baza acestei echivalențe a funcțiilor, se formează curba $\Sigma = f(x)$ (fig.5.3) a cărei folosire poate determina valoarea (mărimea) criteriului X, pentru contactul la rece prin diferite moduri de prelucrare a suprafeței.



Procedul de calcul al gășirii criteriului X, prin determinarea lui Σ se bazează pe faptul că și caracteristicile suprafeței metalului cu ajutorul coeficienților b și η sînt cunoscute. Pentru contactele de sudură la rece aceste criterii sînt utile deosebit de mult.

Fig.5.3. Dependența criteriului X pentru contactul la rece în funcție de Σ .

Ele se pot obține după prelucrări mecanice sau chimice, în cazul contactului prin contact.

Se caută legătura dintre relația Σ și criteriul X , după graficul aproximativ al curbei. Unul dintre acestea, reprezentat de parabolă $X=1,5\Sigma^2$, iar a două curbă este o cubică $X=3\Sigma^3$ (fig. 5.3.2.1.).

În conformitate cu aceste aproximații putem scrie pentru o prelucrare a suprafeței prin polizare când $\nu = 2$

$$\beta_{poliz.} = \frac{0,5}{b} \cdot \frac{\Theta_{top}}{\Theta_{amb.}} \quad (5.2.4)$$

iar pentru suprafețe finisate

$$\beta_{finis} = \frac{1}{b} \cdot \frac{\Theta_{top}}{\Theta_{amb}} \quad (5.25)$$

În aceste condiții Θ_{amb} - temperatura ambiantă care este egală cu ≈ 300 K.

$$x_{\nu=2} = \frac{0,5}{2} \cdot \frac{\Theta_{\Delta}}{\Theta_{amb}} \cdot \frac{\sqrt{\rho_{\Delta}}}{R_{p02}} \quad (\text{polizare}) \quad (5.26)$$

$$x_{\nu=3} = \frac{\Theta_{\Delta} \sqrt{\rho_{\Delta}}}{b \Theta_{amb} R_{p02}} \quad (5.27)$$

Pentru contactul la rece $\Theta_{\Delta} = \Theta_{amb}$.

Pentru rezistența interioară a contactelor reci criteriul X se prezintă astfel:

- pentru prelucrarea prin polizare $\nu = 2$

$$x_{\nu=2} = \frac{0,5}{b} \cdot \frac{\sqrt{\rho_{\Delta}}}{R_{p02}} \quad (5.28)$$

- pentru finisare:

$$x_{\nu=3} = \frac{\sqrt{\rho_{\Delta}}}{b R_{p02}} \quad (5.29)$$

Valoarea de calcul a lui β_{Δ} în sute sau chiar mii de cazuri, poate fi superioară valorii rezistențelor specifice ale metalelor pe scară microscopică.

Pentru calculul valorii specifice se indică relația[31]:

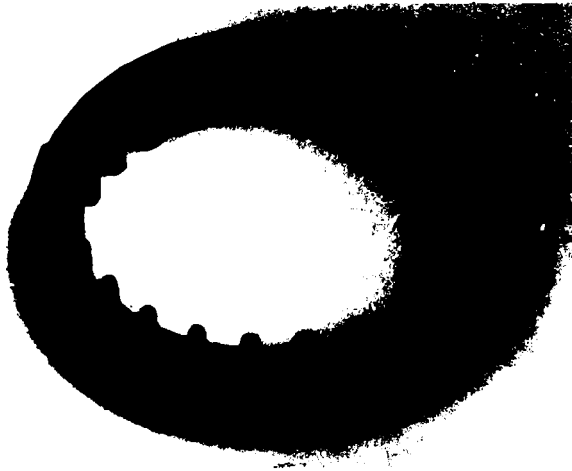
$$\rho_{\Delta} = \rho_T \frac{\Theta}{\Theta_{top}} + \rho_0 \frac{a}{\Delta} e^{\frac{Rm}{\Delta}} \quad (5.30)$$

Rezistența electrică, în cazul contactului finic *este formată prin* devierea liniilor de curent electric *prin micro-proeminente*. Astfel ca, și relațiile sînt diferite pentru calculul acestor rezistențe. Această corespondență care este *formată prin* devierea liniilor curentului electric, se numește rezistență geometrică a contactului.

6. SCHEMATICUL ÎMBINĂRIILOR SUDATE ȘI PROCEDURA DE OBTINERE

6.1. Realizarea îmbinărilor sudate

Elementul filtrant se compune din sârme generatoare profilate pe care se înfășoară elicoidal o sîrmă înfășurătoare de aceeași dimensiuni și material cu sârmele generatoare (fig.6.1.)



iar figura 6.2. - detalii ale îmbinărilor sudate ale elementu
lui filtrant din fig.6.1.1.



Figura 6.3. prezintă îmbinarea sudată a unui element filtrant

Pentru construcția filtrului s-a optat pentru un
profil de sârmă cu următoarele caracteristici:

$$b = 1,5 \text{ mm} ; h = 2,5 \text{ mm} ; r = 0,263 \text{ mm} , \text{ prezentat în}$$

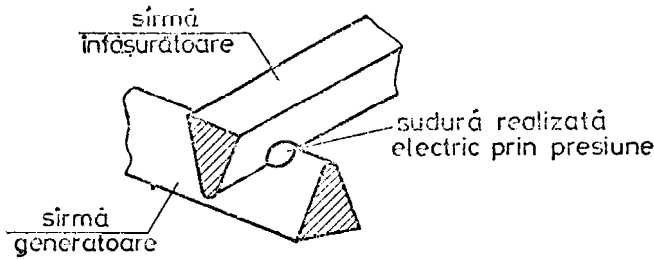


Fig. 6.3 Îmbinarea sudată dintre sîrmă infășurătoare și sîrmă generatoare a unui element filtrant.

fig.6.4, obținîndu-se un coeficient de deschidere de circa 20 % pentru o fantă de 0,3 mm.

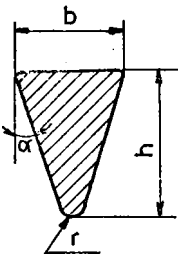


Fig. 6.4 Profilul sîrmei

Profilul de sîrmă se obține prin laminare la rece plecînd de la un diametru de sîrmă de $\varnothing 2$ mm "TA" (tras austenitizat) cu abateri restrînse ($\pm 0,02$ mm) din oțel inoxidabil austenitic conform STI 330-36. Rezistența la tracțiune a sîrmei corespunde sîrrii de livrare, tras austenitizat este de maxim 90 daN/mm^2 .

Livrarea se face în colaci cu masa de 4...40 kg. Laminarea la rece a sîrmei din oțel inoxidabil $\varnothing 2$ în vederea obținerii triunghi isoscel, se execută pe microlaminor cu rolă special profilată din oțel foarte rezistent la uzură marca 200 Cr 120 STAS 3611-80, fig.6.5.

După operațiile de tratament termic, rectificare, glefuire se recomandă aplicarea unui tratament termic de stabilizare a dimensiunilor.

Aceasta previne modificările volumetrice ce pot apărea în timp din cauza decompunerii martensitei (contractiși)

Pentru prevenirea contractițiilor se indică îmbătrînirea artificială la $120-140^\circ\text{C}$ cu durata de 12-24 ore [20].

rețeaua de 380 V; 50 Hz prin intermediul etajului de putere EP cu funcționare de contactor alcătuit din grupul de tiristoare. Faza impulsurilor de comandă, în raport cu tensiunea rețelei de alimentare și decalajul dintre diferitele impulsuri succesive este determinată de etajul CI care comandă etajul IC de formarea impulsurilor de comandă.

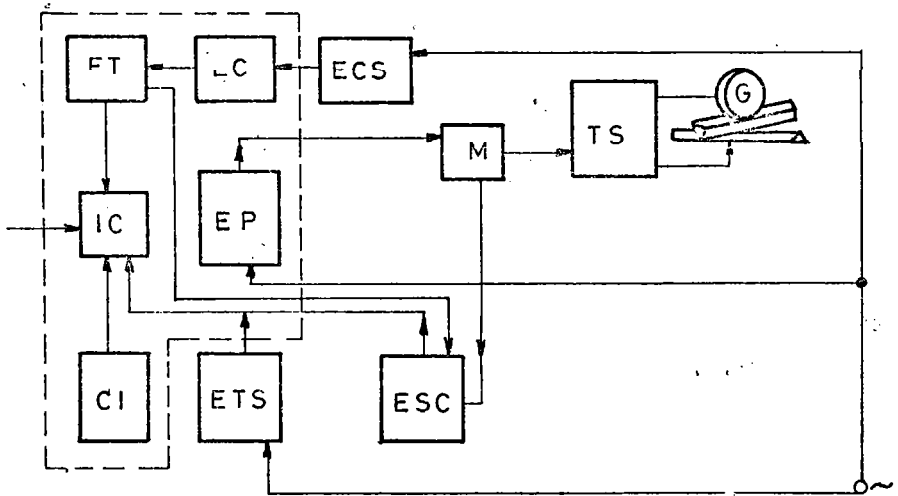


Fig. 6.7. Schema bloc a mașinii pentru sudare electrică prin presiune a elementului filtrant [12].

Durata procesului efectiv de sudare este determinată prin preselectia de către etajul E.T. a numărului impulsurilor de comandă furnizate de către I.C. Pentru ca această durată să fie un multiplu al perioadei tensiunii de alimentare, se prevede etajul de sincronizare EC în care se formează impulsuri de sincronizare ce se transmit etajului de temporizare ET.

Mașina este prevăzută cu etaje al căror scop este de a asigura reproductibilitatea procesului de sudare. În acest scop etajul ETS de stabilizare în raport cu tensiunea, compară tensiunea rețelei cu o tensiune stabilizată și comandă în consecință etajul I.C.

Valoarea curentului de sudare poate avea variații întâmplătoare nedorite și din alte cauze decât variația întâmplătoare a tensiunii de alimentare. Printre aceste cauze se

multă stabilitate a caracteristicilor curențului de sudare

Pentru realizarea la valori acceptabile a efectelor nefavorabile provocate la variația dezordonată a curențului nașion are curențului DC stabilizare în raport cu curențului a curențului de intrare este un setul furnizat de elementul de măsură EM.

Nimic necesită realizarea unor regimuri de sudare la care durata de sudare sub curenț este 0,02 s, ceea ce corespunde unei perioade la 50 Hz. Reproducerea regimului de sudare și dozarea exactă a energiei este realizată de etajul de sincronizare DC.

Dispunându-se de utilajul în curenț alternativ cu impulsuri de curenț s-a putut trece la realizarea instalației agregat pentru execuția elementului filtrant.

În continuare, se descriu și celelalte procedee cu care se pot executa prin sudare elemente filtrante.

6.3. Sudarea electrică prin presiune în curenț continuu a îmbinărilor sălate ale filtrantului

Execuția sudurilor dintre șirurile profilate în vederea realizării elementului filtrant se poate face și cu o instalație pentru sudat electric prin presiune în curenț continuu. Schema unei instalații de acest gen este dată în fig.6.9. și reprezintă o mașină cu redresori cu conexiune stea-dublă stea și circuite magnetice necuplate. Poziția mașinilor cu grup redresor conduce la următoarele avantaje

- manipulezarea și deservirea mai ușoară a mașinii în foarte multe domenii de lucru;
- pierderi energetice minime;
- condiții de conectare deosebit de bune;
- timp de sudare mai mici, fără pericol de stropire
- zone de influență termomecanică mici;
- repartiția uniformă a curențului;
- încălzirea simetrică a fazelor;
- forțe de strângere constante prin eliminarea forțelor electrodinamice pulsante;

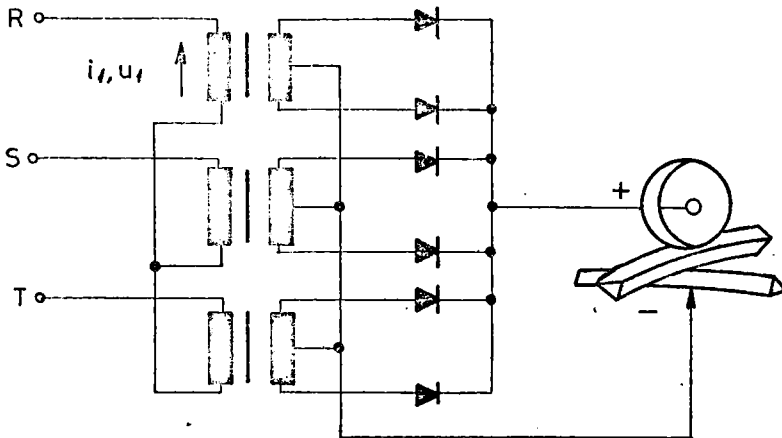


Fig. 6.8. Schema instalației electrice prin presiune în curent continuu [84].

Privitor la influența curentului redresat asupra îmbinărilor sudate există deja numeroase rezultate experimentale și experiență practică.

Industria aeronautică a introdus de câțiva ani instalații de $\sqrt{C.c.}$ cu succes în exploatare. Se execută îmbinări în puncte și în linii a aliajelor de aluminiu Al-Mg și Al-Si-Mg, oțel inoxidabil și aliaje de nichel cobalt și titan.

Punctul sudat care la sudarea în curent alternativ este de forma unei lentile la planul de separație dintre cele două piese repartizată simetric, în curent continuu sudura rezultată este un volum nesimetric eliptic (fig.6.9) funcție de duritate

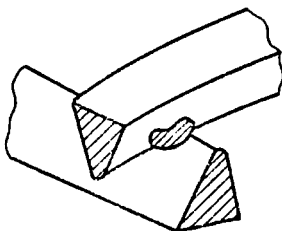


Fig. 6.9. Forma asimetrică a punctului sudat la sudarea electrică prin presiune în curent continuu.

... și de parametrii reginului de sudare. Faptul că la C.C. amplitudinea este totodată valoarea medie a curentului, micșorează pericolul de topire și stropire și permite prin aceasta obținerea unor puncte sudate, de ace-

blocul BS a realizat strângerea pieselor la o forță reglată și stabilită prin tehnologia de sudare.

Blocurile funcționale ale instalației asigură pe lângă încărcarea-descărcarea bateriilor de condensatoare, controlul și reglarea energiei acumulate în aceste baterii prin blocul de măsurare reglare B.R.M.

Încărcarea bateriilor de condensatoare se poate realiza simultan sau succesiv funcție de schema de încărcare iar descărcarea acestora trebuie făcută prin defalcarea în timp a celor două impulsuri, astfel încât să fie posibilă obținerea mai multor forme ale ciclului de sudare.

Aceste operații, corclate cu sistemul de strângere al electrozilor sînt asigurate de blocurile electronice BCRI, BCD și BRID, avînd următoarele funcții:

- BCRI asigură controlul și reglarea încărcării bateriilor de condensatoare BCP și BCA;
- BCD asigură controlul descărcării bateriilor de condensatoare;
- BRID realizează interblocările între primele două blocuri.

7. CERCETAREA EFECTULUI / OBTINEREA DE TERMOERMECII ALE
PROCESULUI DE ARIPIELUI SUDURII ELECTROTERMICE PRIN
TRIEUNE.

7.1. Curentul electric în metalul sudat și
în circuitul de sudare

Pentru masa metalică continuă legea lui
Joule-Lentz poate fi scrisă sub forma [fig.7.1]

$$q_M = \int_0^t \int_0^T \int_V i^2(t) \cdot \rho(V, T) dt \cdot dT \cdot dV \quad (7.1)$$

i - densitatea curentului

ρ - rezistivitatea metalului în volumul cercetat V
 t și T coordonatele timpului și temperaturii

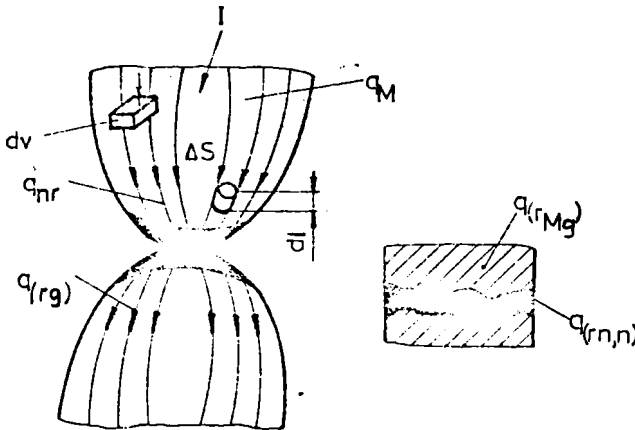


Fig.7.1. Câmpul termic în zona contactului determinată
de geometria liniilor de forță ale curentului
electric.

Dacă ținem seama de tabelul general al dega-
jării termice nu într-o masă metalică continuă ci în
contactul de sudură, atunci trebuie să avem în vedere
următoarele:

- câmpul termic în zona contactului, unde li-
niile curentului electric suportă modificări obser-
vabile astfel încât suprafața, ele contară a
tutului curentului ΔS se schimbă în funcție de lum-
ința și:

$$q_{(rg)} = \int_0^t \int_0^T \int_S I^2(t) \cdot \rho(T) \frac{dl}{\Delta s} dt dT ds \quad (7.2)$$

r_g - rezistența electrică a metalului la suprafața de contact, determinată de geometria liniilor de forță ale curentului electric.

Degajarea termică după calculul rezistenței electrice a microproeminențelor, este:

$$(q_{r_{mg}}) = \int_0^t \int_0^T I^2(t) \cdot r_{mg}(T) dT \quad (7.3.)$$

Degajarea termică în straturile de oxizi naturali este:

$$q_{st} = \int_0^t \int_0^T I^2(t) R_{st}(T) \cdot dt \cdot dT \quad (7.4)$$

R_{st} - rezistența straturilor ^{de oxizi} pe suprafața de contact. *Energia cedată* la marginea straturilor cu metal sau la marginea metalului lichid cu cel solid, sau la marginea metalelor eterogene este: --

$$q_{pt} = \int_0^t \int_0^T P(T) \cdot I(t) dt \cdot dT \quad (7.5)$$

P_{pt} - coeficientul lui Peltier

Această energie este polară pentru că este proporțională numai ^{cu} gradul I al curentului.

Cum rezultă din relațiile date este necesar să vedem care este *variația* curentului în timp. Aceasta înseamnă că în toate cazurile încălzirii electrice trebuie să se țină seama de forma curbei curentului electric *în timp*.

În toate cazurile efectuării calculelor tehnologice ne orientăm asupra valorilor efective ale curentului de sudură.

Din acest motiv integralele de mai sus se simplifică deoarece în locul dependenței funcționale $I^2(t)$ se operează cu valoarea constantă a curentului efectiv.

Pentru câteva forme speciale ale curbelor curentului de sudură *valoarea lor* efectivă nu asigură un singur tablou al degajării termice în contact, ca exemplu sînt curbele din (fig.7.2. a și b) [48].

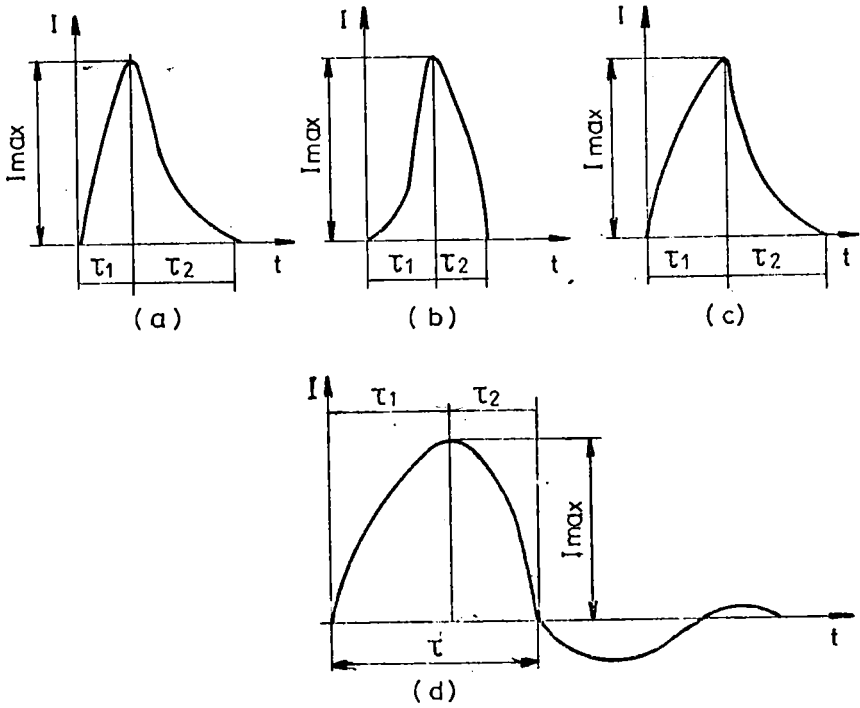


Fig. 7.2. Formele curbelor de variație a curentului electric de sudare.

Pentru astfel de curbe ale curentului, dar și pentru altele mai complicate, trebuie să ținem seama de schimbarea curentului de sudură în timp, în zona unor funcții. Notăm cu i_1 și i_2 valorile instantanee ale curenților și cu τ_1 și τ_2 timpii de creștere și descreștere a curentului. Atunci se poate scrie pentru fiecare curbă din fig.7.2. valorile instantanee ale curentului:

$$i_1 = I_{\max} \left(\frac{\tau_1}{\tau} \right)^n \quad \text{și} \quad (7.6.)$$

$$i_2 = I_{\max} \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau} \right)^m \quad (7.7)$$

În aceste egalități n și m sînt exponenții întregi sau fracționari ai puterii ce formează curba creșterii sau scăderii curentului [34].

Curentul efectiv se determină cu relația:

$$I = \sqrt{\frac{1}{\zeta} \left(\int_0^{\zeta_1} i_1^2 dt + \int_0^{\zeta_2} i_2^2 dt \right)} \quad (7.8.)$$

Pentru curba curentului după figura (7.2. a) dacă ζ_1 este incomparabil mai mic în raport cu ζ_2 este caracteristică pentru mașinile electromagnetice de impuls. Pentru o astfel de curbă se poate considera:

$$i_2 = I_{\max} e^{-\frac{r}{L}t} = \frac{U_2}{r} e^{-\frac{r}{L}t} \quad (7.9.)$$

și corespunzător, valoarea efectivă a curentului este:

$$I = I_{\max} \sqrt{\frac{L}{2r\zeta} \left(1 - e^{-\frac{2r\zeta}{L}} \right)} \quad (7.10)$$

U_2 fiind tensiunea secundară a transformatorului (V).

În cazul utilizării sudării electrice prin presiune cu energie acumulată în câmp electrostatic, curba descărcării curentului de sudură se determină, prin relația:

$$i_2 = \frac{U_0}{\omega n L} e^{-k\zeta} \sin \omega t \quad (7.11.)$$

U_0 - tensiunea bateriei condensatorului la începutul descărcării

$$\omega - \text{pulsăția } \omega = \sqrt{\frac{1}{L n^2 C} - \frac{r^2}{4L^2}} \quad (7.12)$$

unde: C - capacitatea bateriei condensatorului în μF

n - coeficientul de transformare a transformatorului de sudură,

iar $k = \frac{r}{2L}$

r - rezistența activă a mașinii și

rezistența totală a tuturor contactelor ($\mu \Omega$)

L - inducția circuitului (μH).

Mărimea b se obține în s^{-1}

Valoarea curentului eficient al primei unde de sudură (fig. 7.2. d) este dat de relația:

$$I = \sqrt{\frac{1}{\zeta} \int_0^{\zeta} i_2^2 dt} = \frac{U_0}{nr} \sqrt{\frac{b\zeta(1 - e^{-k\zeta})}{b^2\zeta^2 + \pi^2}} = \frac{U_0}{nr} \varphi(k\zeta) \quad (7.13)$$

Funcția $\varphi(K\zeta)$ având următoarele valori:

$K\zeta$	0	1	2	3,5	5	10	15	23	30
$\varphi(K\zeta)$	0	0,27	0,37	0,4	0,37	0,3	0,25	0,2	0,17

Mașinile de impuls construite pentru a furniza curba (fig.7.2. c) au valoarea eficientă a curentului de sudură apropiată de valoarea maximă, dar pentru această aproximație se consideră timpul cuplării curentului, numai timpul ζ .

7.2. Câmpul termic în fabricarea sudată

În practica industrială se sudează de obicei prin puncte totele de aceeași grosime și din același material, cum de altfel și cazul sudării a două sîrme încrucigate special profilate (fig.7.3)(cazul studiat în lucrare).

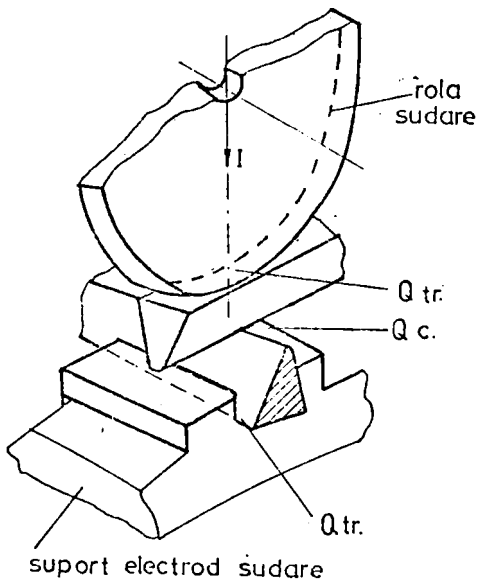


Fig. 7.3. Schema procesului termic la sudarea elementului filtrant.

În aceste condiții curentul trece de la rolă de sudare la suportul electrod întâlnind în drumul său rezistența de tranziție ($2R_{tr}$) și rezistența contactului (R_c). În cazul unei astfel de concentrații a rezistențelor energia termică Q se determină cu relația

$$Q = Q_c + 2Q_{tr} \quad (7.14)$$

În condiții normale, dacă tehnologia nu prevede o concentrație artificială a căldurii într-o rezistență de tranziție în contactul de sudură apare întotdeauna loc o degajare termică. Acest lucru poate să explice anual prin

faptul că valoarea rezistențelor de contact nu este mai mare în comparație cu R_{tr} dar și prin faptul că radiația termică este

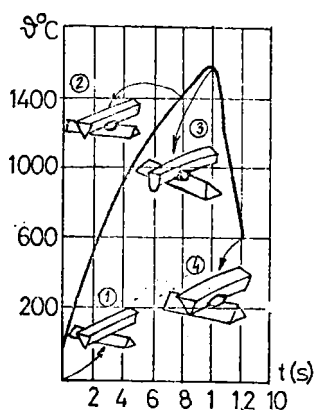
considerabil mai mare în zona electrozilor Q_E , decât radiația din jurul nucleului topit (Q_M), (oțel austenitic, cu conductivitate termică mică).

$$Q = Q_T + 2 Q_E + Q_M \quad (7.15)$$

Q_T - conținutul de căldură al punctului topit.

Roata de sudare, suportul electrod ca și punctul format prin sudare sînt răcite cu apă.

Curba de încălzire, răcire $\Theta = f(t)$, temperatură, funcție de timp a punctului sudat se reprezintă în fig.7.4.



Se observă începutul formării nucleului topit (poz.2), terminarea acestei formări (pz.3) și în sfîrșit punctul sudat (poz.4). Viteza de încălzire-răcire, în cazul regimului de sudare utilizat este de ordinul a mii de grade pe secundă. Din acest motiv nu se topește numai nucleul, dar se încălzesc și câteva straturi ale metalului.

Limitarea zonei de influență se face prin răcire cu apă a punctului sudat din motive de

ordin metalurgic. Problema tehnologică de bază este obținerea dimensiunii stabile a miezului punctului și a unei structuri determinate a zonei de influență termomecanică. Sursa de căldură se poate considera instantanee, punctiformă și repartizată pe toată grosimea (s) a celor două componente. Pierderile de căldură în electrozii de contact se pot neglija în raport cu căldura Q degajată în nucleul punctului sudat. Câmpul termic se poate calcula cu relația:

$$\vartheta(d,t) = 2Q_L (C\varphi)^{-1} \cdot (4\pi a)^{-1} e^{-\frac{d^2}{4at}} \quad [40] \quad (7.16)$$

d - distanța de la centrul nucleului topit la punctul unde dorim să calculăm temperatura (m)

unde: $Q_L = \frac{Q}{s}$ (cantitatea de căldură degajată în nucleul punctului sudat); (J); s - grosimea celor două componente

$c \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$; căldură specifică;

$\lambda \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$; conductivitatea termică;

$\varphi \left[kg/m^3 \right]$; masa specifică;

$a \left[m^2/s \right]$; difuzivitatea termică

În cazul sudării în relief, deci și în cazul sudării sîmnelor profilate, căldura este puternic localizată în locul de contact al celor două piese datorită densității mari de curent. După aplatizare sudarea decurge ca la sudarea prin puncte.

Sursa termică instantanee degajă o cantitate de energie termică într-un timp scurt, în cazul sudării elementului fil tranț $t = 0,02 - 0,12$ s.

Această energie se transmite prin fenomenul de conductivitate termică zonelor învecinate modificîndu-le temperatura.

Variația temperaturii T în spațiu și timpul t se poate determina particularizînd legea lui Fourier.

Pentru oțelurile austenitice inoxidabile avem următoarele caracteristici fizice [65]:

$$c = 0,5 J/g^{\circ}C = 500 J/Kg \cdot K$$

$$\lambda = 15 W/m^2 \cdot K$$

$$\rho_e = 0,73 \Omega \cdot mm^2/m \quad (\text{rezistivitatea electrică})$$

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho_e} = \frac{15}{7920 \cdot 500} = 0,377 \cdot 10^{-5} m^2/s$$

Înlocuind aceste valori în ecuația (7.16) obținem:

$$\mathcal{V}(10^{-3}; 0,12) = \frac{Q e^{-0,526}}{5,676} = 1573 K$$

Pentru $d = 10^{-3} m$ (distanța de la nucleul fil tranț)

inde se consideră că

este o temperatură de 1300°C, adică 1573 K, putem calcula cantitatea de căldură necesară pentru a facilita existența acestei temperaturi la distanța impusă. ($d = 10^{-3}$ m)

$$1573 = \frac{Q}{9,604} ; \quad Q = 15107,092 \text{ J} = 15,1 \text{ KJ}$$

- curentul de sudare se calculează din relația:

$$I^2 R_{st} = Q ; \quad I_s = \sqrt{\frac{Q}{R_{st}}} = \sqrt{\frac{15107,092}{0,12 \cdot 10^{-2}}} \approx 3550 \text{ A}$$

unde $R_{st} = (5-15) \text{ m}\Omega$ (fig. 9.27, 9.28, 9.29)

7.3. Caracterizarea procesului termic la sudarea prin puncte prin impulsuri de curent

Durata impulsului de curent utilizat la sudarea prin puncte a filtrelor este de 0,12s (6 perioade). În aceste condiții până la 95% din întreaga căldură ce se degajă în rezistența de contact se consumă la topirea nucleului punctului sudat.

Dacă simlele profilate sînt acoperite de oxizi artificiali sau naturali, degajarea termică în contact, depinzînd de natura lor este foarte diferită putînd duce la nesudare (fig.7.5)



Fig.7.5. Simă înfășurătoare nesudată datorită stratului superficial de oxizi.

Rezistența specifică a straturilor de oxizi depinde de grosimea lor. Pentru majoritatea straturilor de oxizi se poate considera aproximativ [31]

$$\xi_x \psi = \text{ct.} \quad (7.17)$$

unde: ξ_x - rezistența specifică a straturilor de oxizi
 ψ - grosimea stratului

În procesul degajării termice un rol important îl are schimbarea rezistenței specifice a stratului în funcție de temperatură.

Accastă proprietate se poate exprima sub forma funcției

$$\xi = \xi_x \left[1 - \left(\frac{\Theta}{\Theta_{top}} \right)^2 \right] \quad (7.18)$$

q - indicatorul gradientului de compoziție chimică a stratului de oxid comparativ cu metalul de bază.

Această egalitate presupune că majoritatea învelișurilor de oxid la temperaturile de topire ale metalului își pierd proprietățile de rezistență electrică înaltă, pentru că în cazul acestor temperaturi ^{majoritatea} ~~majoritatea~~ ^{majoritatea} ~~majoritatea~~ nu se distrug ca elemente chimice ci se dizolvă în metal.

Schimbarea rezistenței specifice a metalului funcție de temperatură se face potrivit relației [5.30].

$$\rho_{\Delta} = \rho_T \frac{\Theta}{\Theta_{top}} + \rho_0 \frac{a}{\Delta} e^{\frac{R_m}{T}} \quad (7.19)$$

Rezistența geometrică a punctului sudat se determină astfel:

$$r_{gp} = \frac{\rho_T h \Theta}{S_p \Theta_{top}} \quad (7.20)$$

S_p - suprafața punctului sudat;

h - înălțimea nucleului punctului sudat

Rezistența interioară a contactului se determină prin relația:

$$r_{int} = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(\frac{1}{\sqrt{1-e^{-x}}} - 1 \right) \quad (7.21)$$

Dacă se ține seama în calculul bilanțului termic de această relație, atunci integrarea poate fi făcută numai numeric și rezultatele se obțin sub formă tabelară sau grafică.

Aceste grafice nu sînt ^{în} ~~vo~~ imagine reală a principalelor schimbări ce se produc în timpul sudării [31].

Ținînd cont de acest lucru vom aproxima relația lui r_{int} cu relația:

$$r_{mg} = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} (1-X) = \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(1 - \beta \frac{\rho_{\Theta}}{\rho_{\Theta_{top}}} \right) \quad (7.22)$$

Notînd cu: $\frac{\Theta}{\Theta_{top}} = T$, avem: $d\Theta = \Theta_{top} \cdot dT$

Forma curbei curențului de sudură va fi calculată în funcție de relațiile (7.6) și (7.7)

Utilizînd indicii geometrice în relația $\xi, q=1$, bilanțul termic poate fi scris sub forma:

$$I^2_{\max} \left[\left(\frac{t_1}{\zeta_1} \right)^{2x} dt_1 + \left(1 - \frac{t_2}{\zeta_2} \right)^{2m} d\zeta_2 \right] \left[\frac{\rho_{\Delta} \Delta}{A_c} \left(1 - \beta \frac{\sqrt{T}}{R_{po2}} \right) + \frac{\rho_{ph}}{S_p} T + \frac{\xi_x}{A_c} (1-T)^{\psi} \right] = \gamma_c \cdot S_p \cdot h \cdot \Theta_{top} \cdot dT \quad (7.23)$$

Dar: $A_c = S_p (1 - e^{-x})$ $d\Theta = \Theta_{top} \cdot dT$

Atunci relația finală ce determină temperatura în contact va fi reprezentată printr-o funcție logaritmică.

Această funcție nu dă posibilitatea studiului tuturor variațiilor. Din acest motiv punem condiția:

$$A_c = S_p$$

Prin integrare obținem:

$$\Theta = \frac{\Theta_{top}}{\frac{\rho_{ph} - \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{R_{po2}} - \psi \xi_x}{\rho_{\Delta} \Delta + \psi \xi_x}} \left[\exp \frac{I^2_{\max} \left(\frac{\rho_{ph}}{S_p} - \frac{\rho_{\Delta} \Delta}{S_p R_{po2}} - \frac{\xi_x \psi}{S_p} \right) F(t)}{\gamma_c \cdot S_p \cdot h \cdot \Theta_{top}} - 1 \right] \quad (7.24)$$

$F(t)$ - reprezintă primitiva funcției de timp care arată curba curentului de impuls.

Pentru funcțiile i_1 și i_2 :

$$F(t) = \frac{t_1^{2n+1}}{(2n+1)\zeta_1^{2n}} + \zeta_2 \left[\frac{\left(1 - \frac{t_2}{\zeta_2} \right)^{2m+1} + 1}{2m+1} \right] \quad (7.25)$$

Pentru $t_1 = \zeta_1$ și $t_2 = \zeta_2$ $F(t) = \frac{\zeta_1}{2n+1} + \frac{\zeta_2}{2m+1}$ (7.26)

Pentru $\zeta_1 = \zeta_2$ și $m=n$, adică în cazul unei curbe simetrice a curentului în raport cu ordonata:

$$F(t) = \frac{2\zeta}{2n+1} \quad (7.27)$$

pentru $n = \frac{1}{4}$; $F(t) = 1,36$

pentru $n = \frac{1}{2}$; $F(t) = \zeta$

pentru $n = 1$; $F(t) = \frac{2\zeta}{2n+1}$

pentru $n = 4$; $F(t) = \frac{2}{9} \zeta$ (7.28)

Viteza de scădere a temperaturii în contact este:

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{z \rightarrow 0} = \frac{i^2 \rho_T}{\lambda_c} \left(\frac{\rho_\Delta \Delta}{\rho_p h} + \frac{\psi \xi}{\rho_p h} \right) \frac{2}{2n+1} = \frac{i^2 \rho_p}{\lambda_c} \left(\frac{r_{mg0} + r_c}{r_p} \right) \frac{2}{2n+1} \quad (7.29)$$

unde : i - densitatea curentului luată la suprafața miezului punctului sudat [A/mm^2]

r_{mg0} - rezistența inițială a contactului avantajată de microasperitățile suprafețelor metalice [Ω]

- Suprapunînd relația lui $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{z \rightarrow 0}$ și $F(t) = \frac{2\theta}{2n+1}$ și

curbele din fig.(7.6) ajungem la concluzia că viteza de scădere a temperaturii în contact este proporțională cu densitatea curentului de sudură depinzînd de forma curbei acestui curent

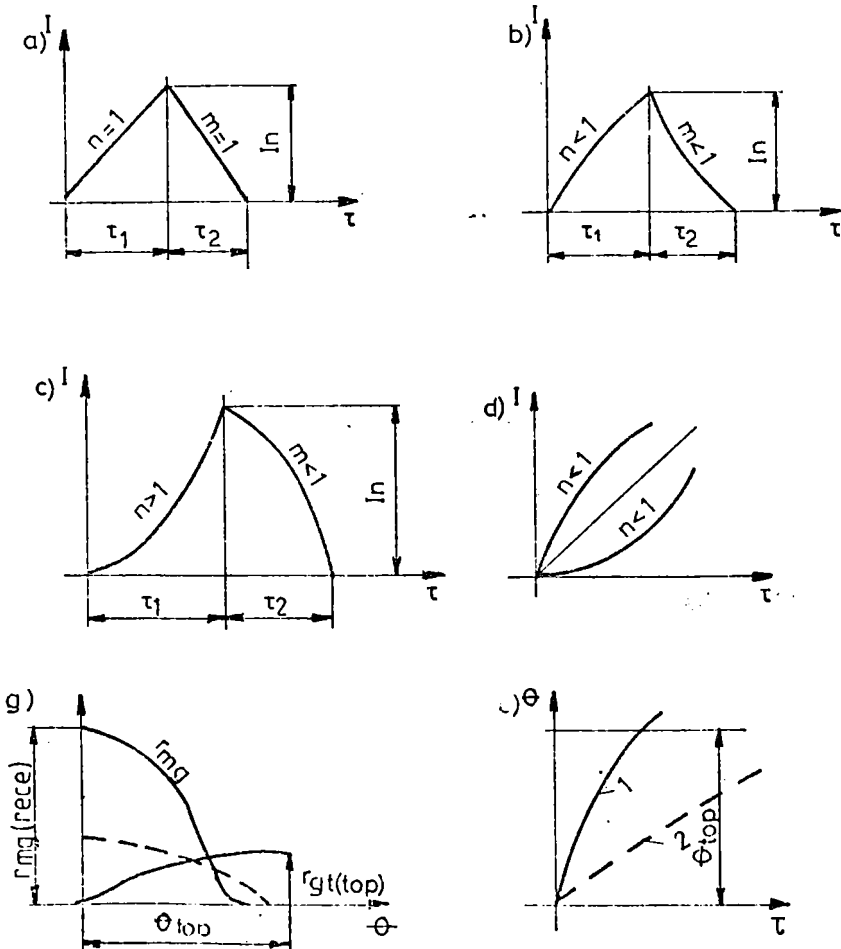


Fig 7.6. Diferite forme ale curbelor curentului de sudare (a;b;c;d) și influența modificării rezistenței (g) și a temperaturii în nucleul punctului sudat (e)

Densitatea curentului la începutul perioadei de încălzire este întotdeauna mai mare decât la sfârșit și ca urmare a acestui fapt viteza de creștere a temperaturii este mai mare decât viteza calculată după valoarea efectivă a curentului.

Influența asupra curbei de temperatură în contact este funcție de starea suprafețelor ce se sudază și de forma curbei curentului de sudură.

După cum observăm din comparația curbei curentului (b) și (c) valoarea efectivă a curentului pentru ambele cazuri este aceeași, totuși curbale de temperatură (g) sînt diferite. Astfel, programînd un impuls de curent pentru sudare se poate obține practic orice formă a curbei temperaturii.

Foarte mari sînt și rezistențele de contact, după cum se observă din relația lui Θ straturile de oxizi și microasperitate suprafețelor acționează în același mod, deoarece caracteristicile lor intră în indicele funcției exponențiale cu semn negativ.

În legătură cu acest lucru să vedem rolul rezistenței geometrice și rezistenței interioare de contact pentru sîrme profilate proaspăt curățite la care grosimea stratului de oxizi este foarte mică, avînd mărimea ρ_{Δ} obținem o mărime criteriu M:

$$M = \frac{\rho_{ph}}{\rho_{\Delta} \Delta} - \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c}} = \frac{\rho_{ph}/S_p}{\rho_{\Delta} \Delta/S_p} - \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c}} = \frac{\tau_{gtop}}{\tau_{mgrece}} - \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c}} \quad (7.30)$$

Diferența este adimensională, reprezentînd o mărime criteriu. În ea este arătată legătura rezistenței geometrice a contactului în momentul topirii τ_{gtop} și a rezistenței interioare a contactului τ_{mgrece} .

Criteriul M arată că raportul presiunii \sqrt{c} la limita de curgere R_{p02} poate fi mai mare ca raportul $\frac{\tau_{gtop}}{\tau_{mgrece}}$

Atunci, criteriul M devine negativ și temperatura de contact crește după convexitatea curbei 1 (e).

În cazul unei presiuni prea mari, criteriul M dacă este și negativ scade și în valoarea absolută.

Valoarea τ_{mgrece} în acest caz este arătată prin curba întreruptă din (g) iar în (e) corespunde temperaturii dată de curba 2.

Relația lui Θ în cazul în care nu sînt straturi de oxizi se poate scrie:

$$\Theta = \frac{\Theta_{top}}{\frac{\rho_p h}{\rho_\Delta \Delta} \frac{\sqrt{t}}{R_{p02}}} \left[\exp \frac{i^2 \left(\frac{\rho_p h}{\rho_\Delta \Delta} - \frac{\sqrt{t}}{R_{p02}} \right) \rho_\Delta \Delta F(t)}{\gamma \cdot c \cdot h \cdot \Theta_{top}} \right] \quad (7.31)$$

Această relație arată cu exactitate că depinzînd de semnul și valoarea absolută a criteriului K și de forma funcției $F(t)$ curba temperaturii în suprafața de contact se poate schimba în limitele $e^{\pm K}$ pînă la $(1 - e^{-K})$.

Trebuie avut în vedere că în cazul determinării funcției $F(t)$ înălțimea nucleului crește în timp din momentul introducerii curentului după legea:

$$h = \eta \sqrt{2 a t} \quad (7.32)$$

- a - coeficientul conductibilității termice
- η - parametru (1,2 - 1,5)

Se concluzionează că asupra cantității de căldură, cît și asupra vitezei de introducere a acestora în punctul ce urmează a fi sudat influențează în primul rînd forma curbei curentului de sudură, mărimea rezistenței interioare și presiunea exercitată de rola de sudare.

7.4. Mijloace tehnologice ale regulii fizicii care -
adaptează condițiile de lucru în cazul sudării
prin puncte

Pentru sudarea în relief sînt cunoscute terribile regi-
murile de sudare impulsivă ^{la care} concentrația de căldură termice în
contactul de sudură se realizează prin concentrația geometrică
a rezistenței de contact.

Rolul principal în această acțiune o deține
termica, în cazul sudării prin puncte se realizează prin
polare (exemplu efectul lui Leidenfrost).

Existența efectului Leidenfrost este explicată prin energia
medie a electronilor liberi care difuzează în interior
metal.

Dacă direcția curentului este perpendiculară pe
contact se deplasează el în direcția de mișcare a rolei

este mai mare, atunci în contact ei dau un surplus din energia lor, rețelei cristaline. Se produce deci, o degajare de energie termică în contact.

Dacă se schimbă direcția curentului și se face deplasarea electronilor în metal, atunci electronii vor lua o parte din energia termică de la metal și îl vor răci.

Ca urmare, în funcție de direcția curentului, căldura lui Peltier se adună cu cea a lui Joule sau se scade din ea.

Numeric, căldura lui Peltier se calculează după relația:

$$Q_{Pt} = \mp P_t I t \quad (7.33)$$

P_t - coeficientul lui Peltier [mV] ;

I - valoarea curentului [mA] ;

t - timpul [s]

Pentru granița dintre faza lichidă și solidă coeficientul lui Peltier pentru oțel este $P_t = 21$ mV

Pentru granița metalelor eterogene, coeficientul lui Peltier se determină din relația:

$$P_t = \alpha \Theta \quad (7.34)$$

α - coeficientul forței termoelectromotoare (mV/K).

Θ - temperatura (K) a graniței metalelor

În figura (7.7. b) sînt arătate focarele degajării căldurii lui Joule și Peltier în cazul sudării prin puncte.

Se observă că în curent alternativ căldura lui Peltier nu apare deoarece în cazul unei direcții a curentului ea este pozitivă iar în cealaltă negativă.

În fig. (7.7a) sînt date doar sursele degajării termice Joule în contactul de sudură și intermediar proporționale cu pătratul curentului. În cazul sudării în curent continuu se creează surse de căldură Peltier pozitive și negative α și β . Răspîndirea acestora surse de căldură și răcirea metalului este nesimetrică cu densitatea curentului pentru sudare ca rezultat miezul punctului sudat se deplasează spre unul din electrozii din fig. (7.7. b)

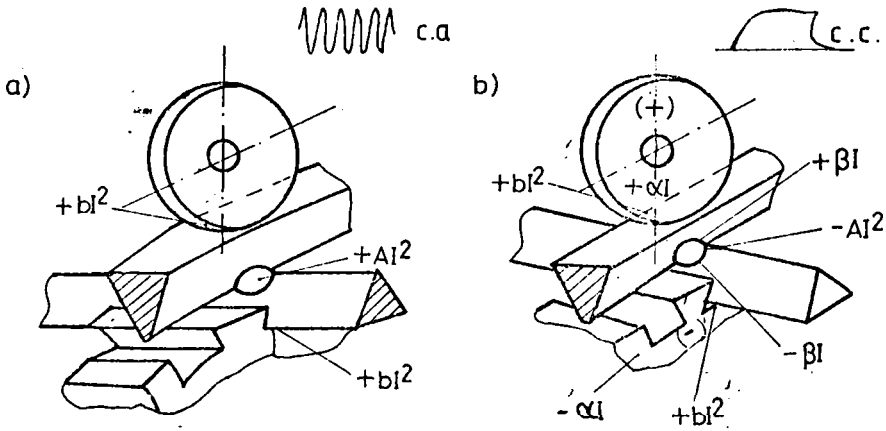


Fig. 7.7.a. Focarele degăjării căldurii Joule (Al^2 ; bj^2) în curent alternativ.

Fig. 7.7.b. Focarele degăjării căldurii Joule (Al^2 ; bj^2) și Peltier (αI ; βI).

Nesimetria așezării miezului poate fi atât de mare încât la una din piese nucleul topit nu atinge nici măcar temperatura minimă de topire.

Accastă se întâmplă în cazul sudării metalelor eterogene care prezintă diferențe mari privind coeficienții α și β (exp. Ni și oțelul ; 34 μV).

7.5. Suntarea curentului la sudarea elementului siltrent

Partea exterioară a fiecărui inel care se realizează în procesul roto-translației posedă o rezistență *activă și una inductivă*. În acest caz se deosebesc inductanța exterioară și interioară. Prima se determină prin câmpul magnetic, închis în aer în jurul inelului, a doua este înlesnită de câmpul magnetic concentrat în masa metalică a inelului [50]

Inductanța interioară ca și rezistența activă a inelului se calculează cu ajutorul criteriului Weiman [31]:

$$x = \frac{200}{10^6} \frac{S}{\pi D} \sqrt{\frac{\mu f}{\rho}} \quad (7.35)$$

Inducția magnetică în criteriul Weiman se determină ținând seama de perimetrul inelului.

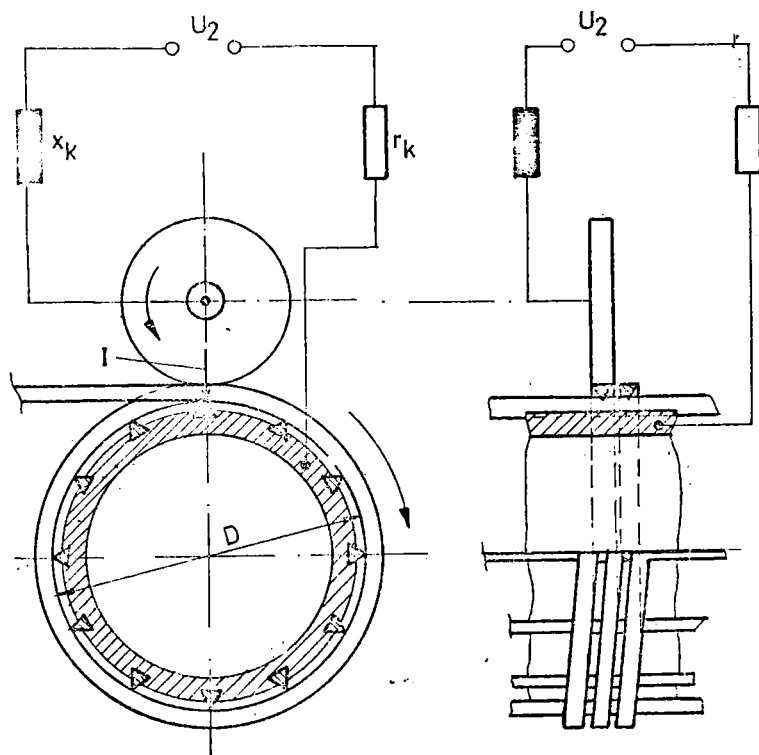


Fig. 7.8. Schema electrică de principiu a șuntării curentului la sudarea filtrelor.

Intensitatea câmpului magnetic se determină funcție de perimetrul secțiunii conductorului și de curent:

$$H = \frac{I}{\pi D}; \quad \mu = \frac{B}{H} = \frac{B \pi D}{I}$$

Folosind această relație pentru frecvența $f=50$ Hz, se determină valoarea parametrului x pentru inel, când prin el trece curentul de șuntare I_g .

$$x = \frac{200}{10^6} S \sqrt{\frac{\mu f}{\rho}} = \frac{200}{10^6} S \sqrt{\frac{50 B \pi D}{I_s \rho}}$$

$$x = \frac{200}{10^6} S \sqrt{\frac{50 B}{\pi D I_s \rho}}$$

$$\text{De unde: } I_s = \frac{2 B S^2}{\pi D \rho \cdot 10^6 x^2} \quad (7.37)$$

Pentru o valoare medie a inducției magnetice egală cu $2T$, curentul de șuntare are valoarea:

$$I_s = \frac{0,04 \cdot S^2}{\pi D \rho x^2} \quad (7.38)$$

Ținând seama de cercetările lui Heiman, pentru câmpurile magnetice se poate determina rezistența activă a conductorului R_a ținând seama de rezistența ohmică a acestuia și de criteriul x , după relația:

$$R_a = R_{om} (1 + 0,6x\sqrt{x}) = R_{om} \cdot a$$

Correspondent, rezistența de inductanță interioară este:

$$X_{int} = R_{om} \cdot 0,84x = R_{om} \cdot b$$

Pentru partea exterioară a inelului (fig. 7.9.) prin care trece curentul șantat, obținem valoarea rezistenței depline a ramificației șantării:

$$Z_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2} = R_{om} \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{In acest caz: } R_{om} = \frac{\rho l}{S}$$

$$l = \pi D$$

Pentru inelele din oțel inoxidabil austenitic (amagnetic) inductanța exterioară se poate neglija, deoarece deci $\mu = 1$ rezistența activă a unor astfel de materiale este foarte mare. Deoarece inelul este sudat prin puncte de mai multe sîrme generatoare din același material se calculează în acest caz și șuntarea la sudarea prin puncte.

Curentul secundar practic nu se schimbă. Se schimbă numai raportul între curenții de sudură și de șuntare. Suma lor în orice fel de șuntare este constantă. În acest caz, unghiurile decalajului fazelor între curentul secundar, curentul de sudare și cel de șuntare sînt atît de mici încît suma curenților nu este vectorială ci aritmetică, adică:

$$I_2 \approx I + I_s$$

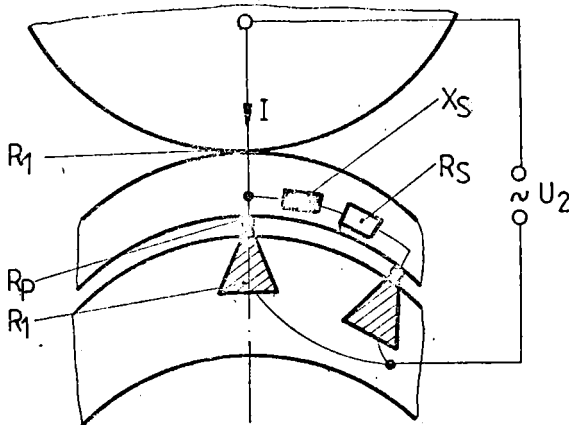


Fig. 7.9. Schema electrică de calcul a curentului de șunt.

La sudarea primului punct, adică fără șuntări, curentul de sudură va fi:

$$I_2' = I = \frac{U_2}{\sqrt{x^2 + (R_p + 2R_1 + 2R_m)^2}} \quad (7.39).$$

La sudarea celui de-al doilea punct, când va apare curentul de șuntare mărimea echivalentă, pentru toate rezistențele R_{ech} între electrozi este:

$$\frac{1}{R_{ech}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R}$$

În acest caz curentul secundar este:

$$I_2'' = \frac{U_2}{\sqrt{x^2 + (R + R_s)^2}} \quad (7.40)$$

Practic în procesul de sudare nu se constată diferența între curenții I_2'' și I_2'

3. ECHIPAMENTUL EXPERIMENTAL DE REALIZARE A FILTRULOR SUDATE

3.1. Partea mecanică

3.1.1. Aspecte matematice ale elicei circulare.

Filtrul este construit după o elice circulară, adică după o curbă descrisă de un punct mobil care se deplasează pe un cilindru circular drept sub influența a două mișcări, una de rotație în jurul axei cilindrului și alta de translație proporțională cu unghiul de rotație.

Dispozitivul de înfășurare a sîmei profilate trebuie să asigure următoarele:

- precizia corespunzătoare a faței de filtrare și poziția corectă a sîmei profilate pentru asigurarea formei corecte a faței;
- echidistanța sîmelor profilate generatoare (interioare) și precizia diametrului interior al filtrului (în cazul utilizării SG interioare cu un anumit profil, se asigură și poziționarea corectă a sîmei generatoare în secțiune transversală;
- realizarea poziției necesare realizării sudării electrice prin presiune a SG cu SI.

Pentru stabilirea ecuațiilor parametrice ale elicei se raportează problema la un **sistem** cartezian rectangular a cărei axă OZ coincide cu axa de simetrie a cilindrului (fig.3.1).

Fie A, poziția inițială a punctului mobil și M, poziția acestui punct după t secunde. Se notează cu r raza cilindrului, atunci când proiecția M' a punctului M pe planul XOY pe cercul de bază are coordonatele:

$$x = r \cos \omega t = \frac{D}{2} \cos \omega t \quad (3.1.)$$

$$y = r \sin \omega t = \frac{D}{2} \sin \omega t \quad (3.2.)$$

deoarece prin definiție rotația punctului M în jurul axei cilindrului se face cu viteza unghiulară constantă (ω).

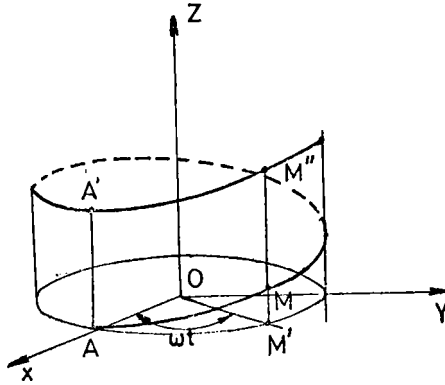


Fig. 8.1. Elice cilindrică raportată la un sistem rectangular cartezian.

Apoi, deoarece, translația de-a lungul generatoarei se face cu viteză constantă V , cota punctului M este: $Z = V \cdot t$ (8.3)

Se obțin pentru elice ecuațiile parametrice:

$$\begin{cases} x = r \cos \omega t = \frac{D}{2} \cos \omega t \\ y = r \sin \omega t = \frac{D}{2} \sin \omega t \\ z = v \cdot t \end{cases} \quad (8.4)$$

unde parametrul este timpul t .

Dacă se pune în evidență unghiul $\angle AOM' = \Theta = \omega \cdot t$, deducem:

$$t = \frac{\Theta}{\omega} \quad \text{și notînd } b = \frac{v}{\omega} \quad \text{se obține pentru elicea circulară}$$

reprezentarea parametrică:

$$\begin{cases} x = r \cos \Theta = \frac{D}{2} \cos \Theta \\ y = r \sin \Theta = \frac{D}{2} \sin \Theta \\ z = b \Theta \end{cases} \quad (8.5)$$

Se observă că elicea taie o generatoare oarecare a cilindrului de o infinitate de ori. Diferența dintre două treceri consecutive ale elicei pe aceeași generatoare este constantă și egală cu $2K\pi$ (pasul elicei).

Proiecția acestei curbe pe planul XOY este cercul:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - r^2 = 0 \\ z = 0 \end{cases} \quad (8.6)$$

iar pentru celelalte două plane de coordonate sinusoidale:

$$\begin{cases} -y = r \sin \frac{z}{b} \\ x = 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} x = r \cos \frac{z}{b} \\ y = 0 \end{cases} \quad (3.8.)$$

Rezultă deci:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - r^2 = 0 \\ y - r \sin \frac{z}{b} = 0 \\ x - r \cos \frac{z}{b} = 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

care sînt ecuațiile cilindrilor proiectanți ai elicei circulare respectiv pe planele XOY; YOZ; XOZ.

Oricare două ecuații ale celor trei cilindri proiectanți formează un sistem care definește elicea circulară.

Se poate obține și un alt sistem prin eliminarea parametrului θ între ecuațiile parametrice și anume:

$$\begin{cases} x + y + z - r = 0 \\ y - x \operatorname{tg} \frac{z}{b} = 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

A doua ecuație a acestui sistem reprezintă o suprafață elicoidală.

Elicea cilindrică poate, deasemenea, fi tratată prin triunghiul lui Frenet.

În acest sens se determină vârfurile triunghiului într-un punct oarecare (M) al elicei, fig.3.2.

$$\begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \\ z = b \theta \end{cases}$$

$$\vec{r}'_{\theta} = r \cos \theta \vec{i} + r \sin \theta \vec{j} + b \theta \vec{k} \quad (3.11)$$

$$\vec{r}''_{\theta} = -r \sin \theta \vec{i} + r \cos \theta \vec{j} + b \vec{k} \quad (3.12)$$

$$\vec{r}'''_{\theta} = -r \cos \theta \vec{i} - r \sin \theta \vec{j} \quad (3.13)$$

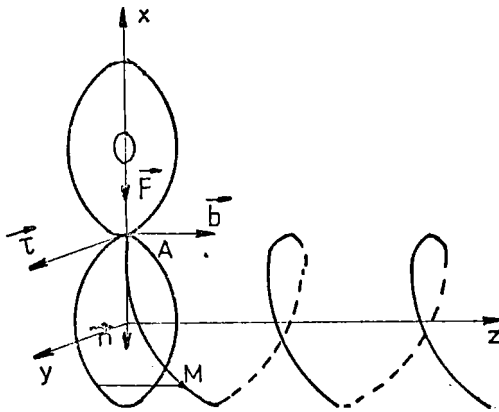


Fig. 8.2 Versorii triedrului lui Frenet pentru punctul $A(\theta=0)$

Versorul tangentei:

$$\vec{t}_M = \frac{-r \sin \theta \vec{i} + r \cos \theta \vec{j} + b \vec{k}}{\sqrt{r^2 + b^2}} \quad (8.14)$$

Versorul binormalei:

$$\vec{b}_M = \frac{b \sin \theta \vec{i} - b \cos \theta \vec{j} + r \vec{k}}{\sqrt{r^2 + b^2}} \quad (8.15)$$

Versorul normalei principale:

$$\vec{n}_M = -\cos \theta \vec{i} + \sin \theta \vec{j} \quad (8.16)$$

Pentru $\theta = 0$:

$$\vec{t}_A = \frac{r \vec{j} + b \vec{k}}{\sqrt{r^2 + b^2}} \quad (8.17)$$

$$\vec{b}_A = \frac{-b \vec{j} + r \vec{k}}{\sqrt{b^2 + r^2}} \quad (8.18)$$

$$\vec{n}_A = -\vec{i} \quad (8.19)$$

Curbura și torsiunea elicei într-un punct oarecare A se determină din ecuațiile:

$$\begin{cases} x = r \cos \Theta \\ y = r \sin \Theta \\ z = b \Theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} x' = -r \sin \Theta \\ y' = r \cos \Theta \\ z' = b \end{cases}$$

$$\begin{cases} x'' = -r \cos \Theta \\ y'' = -r \sin \Theta \\ z'' = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x''' = r \sin \Theta \\ y''' = -r \cos \Theta \\ z''' = 0 \end{cases}$$

Apoi:

$$\begin{aligned} y'z'' - z'y'' &= rb \sin \Theta \\ z'x'' - x'z'' &= rb \cos \Theta \\ x'y''' - y'x''' &= r \end{aligned} \quad (3.20)$$

Curbura este dată de relația :

$$\frac{1}{R} = \frac{r}{r^2 + b^2} \quad (3.21)$$

iar torsiunea:

$$\frac{1}{T} = \frac{b}{r^2 + b^2} \quad (3.22)$$

deci elicea circulară are curbura și torsiunea constantă.

3.1.2. Elaborarea schemei cinematice a mașinii agregat pentru realizarea filtrului sudat

Pornindu-se de la aceste considerații de geometrie analitică și diferențială s-a elaborat schema cinematică constructiv-funcțională a mașinii-agregat pentru realizarea filtrului sudat (fig.3.3). [100]

Arborele filetat este antrenat în mișcare de rotație de piesa 2, prin intermediul unei asamblări mobile cu pană ce se rotește în piulița fixă 3, efectuând o astfel de mișcare de rotație cât și una de translație cu panul corespunzător.

O altă asamblare mobilă cu pană, pe același arbore transmite mișcarea de rotație la discul 4, prin care toate șirurile generatoare (bare longitudinale ale filtrului) se formează

rența între mărimea pasului filetelui și lățimea profilului sârmei la partea ei superioară (adică baza triunghiului isoscel). Sârma este dirijată cu precizie spre zona de înfășurare (sub rola mașinii de sudat în linie, printr-un dispozitiv ce asigură îndreptarea și poziționarea corectă a sârmei). Toate elementele sînt montate pe un batiu, realizîndu-se o construcție compactă cu suficientă rigiditate pentru a se asigura precizia dorită.

Precizia fantei de filtrare depinde de precizia pasului arborelui filetat, deformațiile elastice din sistem și precizia lățimii sârmei.

Arborele filetat fiind executat prin operație de prelucrare mecanică se obține o precizie ridicată a pasului, iar variația deformațiilor elastice din sistem este nesemnificativă procesul de înfășurare decurgînd uniform, fără variația forțelor. Rămîne astfel, ca factor determinant pentru precizia fantei de filtrare, precizia cu care este realizat profilul sârmei de înfășurare.

8.13. Realizarea dispozitivului de înfășurare

Pe baza schemei constructiv-funcționale prezentate s-au proiectat și realizat elemente necesare construirii dispozitivului de înfășurare.

În fig.8.4. se prezintă schematic ansamblul, în care este figurată rola mașinii de sudat în linie, iar în fig. 8.5a o vedere în care apare dispozitivul de poziționare și ghidare a sârmei. În fig.8.5b se prezintă în detaliu dispozitivul de poziționare și ghidare și sudare a sârmei înfășurătoare la locul de sudare.

Dispozitivul fiind destinat cercetării tehnologice de fabricație a filtrelor, s-a avut în vedere crearea posibilităților de variere a vitezei de înfășurare.

În acest scop s-a recurs la utilizarea batiului și cutiei de viteză (păpușa fixă) a unui strung paralel. În aceste condiții, pe batiul strungului, lângă păpușa fixă a fost plasat ansamblul lagărului de capăt B a cărui secțiune longitudinală este prezentată în fig.8.6., iar la capătul opus zona de înfăș-

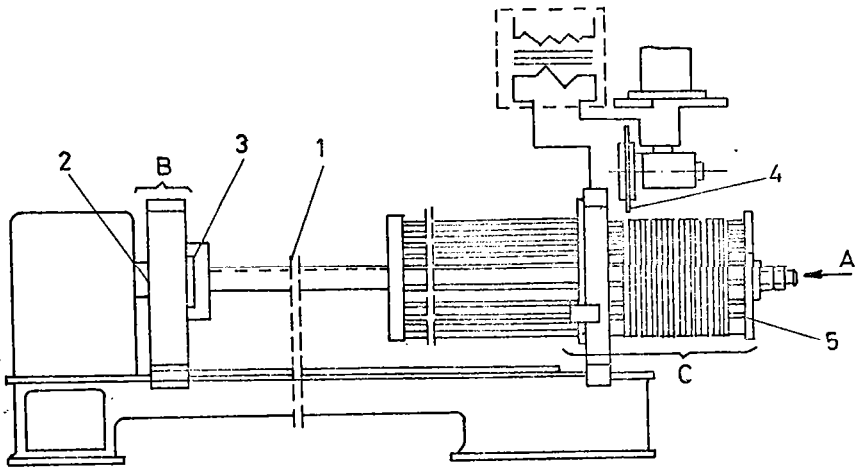


Fig. 8.4. Schema ansamblului mașinii-agregat pentru realizarea filtrului sudat.

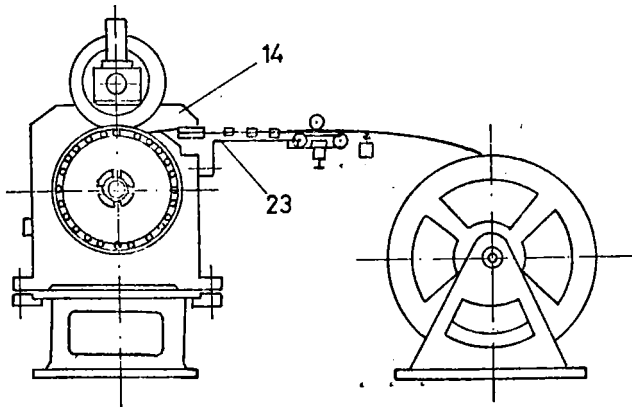


Fig. 8.5a. Schema mașinii-agregat cu dispozitive de poziționare și ghidare a sîrmei înfășurătoare.

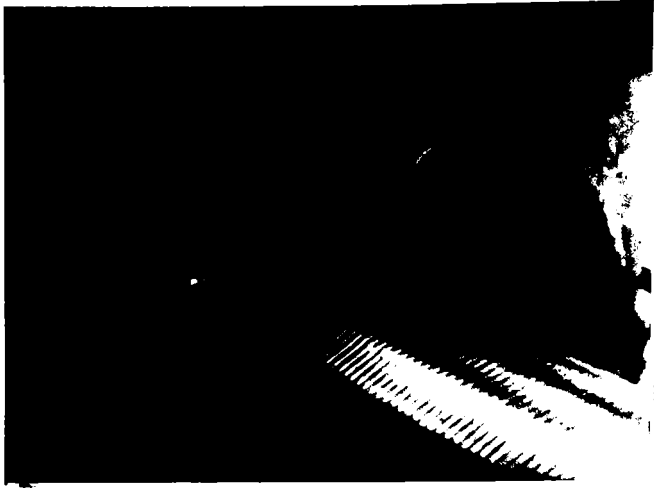


Fig. 8.5b - Detaliu privind dispozitivul de poziționare ghidare și sudare a șinței înălțurătoare

șururii C a cărei secțiune longitudinală este reprezentată în fig.8.7.

Arborele filetat 1 are lungimea mai mare decât dublul distanței între cele două lagăre B și C, porțiune filetată trecând prin interiorul arborelui principal al strungului, ceea ce a limitat diametrul exterior al arborelui filetat la 40 mm.

Piesa de antrenare 2 este cuplată cu arborele principal al strungului și primește mișcarea de rotație de la acesta.

În cazul când se dorește realizarea unei mașini independente, această piesă se realizează sub forma unei roți de lanț, fig.8.6. fiind antrenată de un motor reductor plasat pe batiu. Lagărul este conceput și realizat cu doi rulmenți radiali axiali cu role conice 6, montați în carcasa 7.

Tot de carcasă este solidarizată și piulița 3.

Pentru a se putea efectua rapid reducerea arbo-

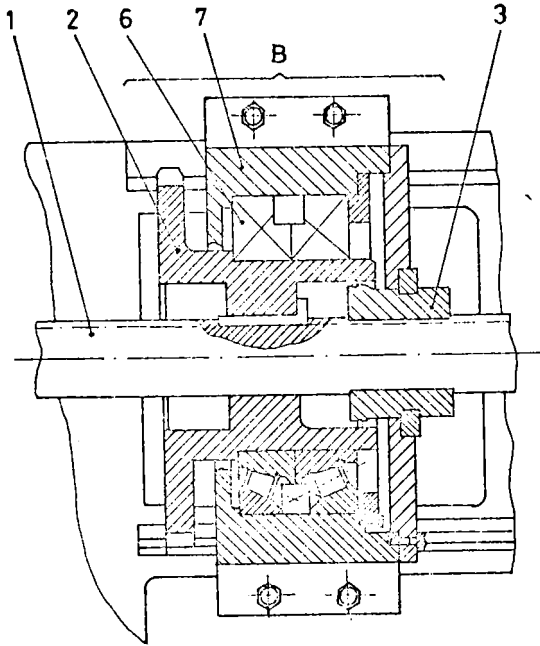


Fig. 8.6 Ansamblu lagăr de capăt.

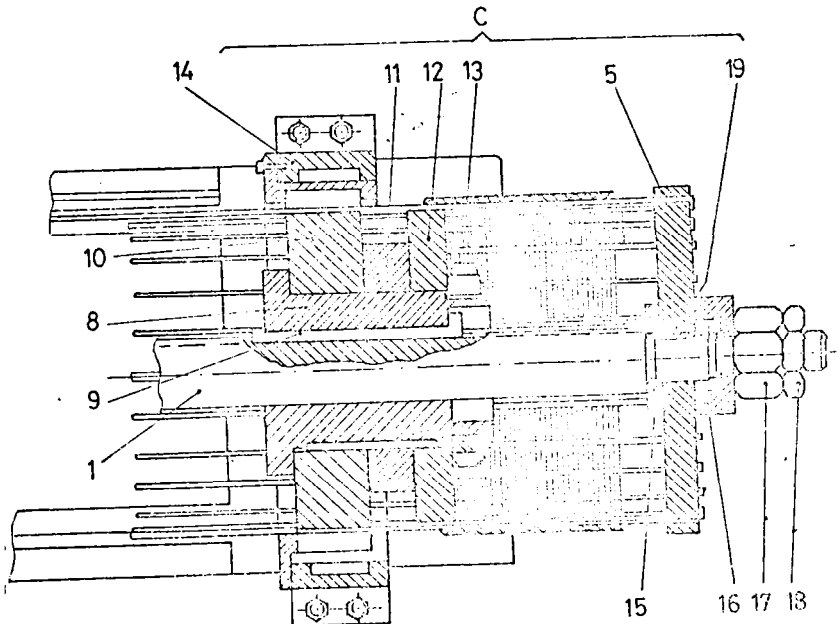


Fig. 8.7. Secțiune longitudinală a zonei de inițierare a sîrmei pentru obținerea filtrului.

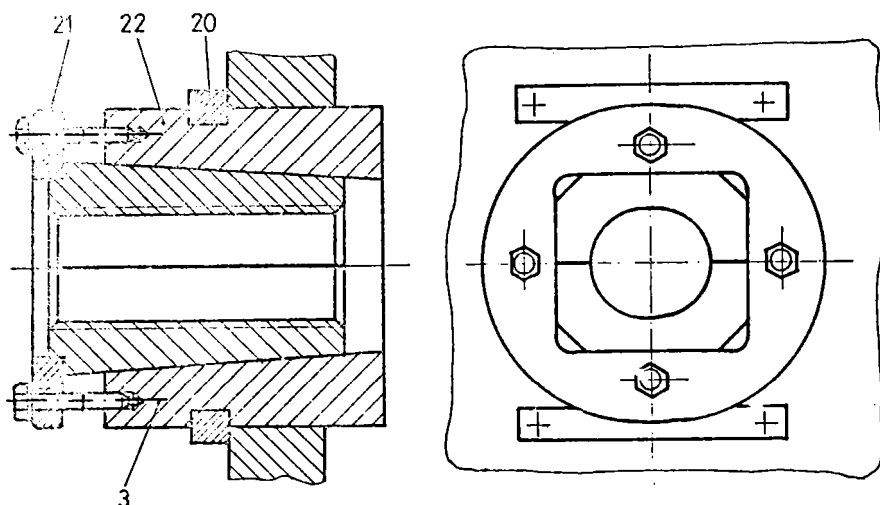


Fig. 8.8 Piuliță realizată din două jumătăți pentru a efectua readucerea rapidă a arborelui filetat în poziția inițială.

relui filetat, în poziția inițială, după executarea unui filtru piulița este executată din două jumătăți, sistemul de fixare fiind prezentat în detaliu în fig.8.8.

De carcasa 7 este fixată cu ajutorul piuliței 20, piesa conică la interior 22. Piulița 3 este conică la exterior, fiind fixată de piesa 22 cu ajutorul flanșei 21. Contactul între piuliță și flanșă se face pe gulerul cu secțiune pătrată, astfel că piulița este blocată și împotriva rotirii.

Din considerente de ordin tehnologic și pentru economic de materiale deficitare (bronz-crom), discul 4 (fig.8.3) se realizează sub forma unui ansamblu, așa cum se observă în fig.8.7.

Pe piesa 8, de forma unei bucle prevăzute la interior cu un canal de pană, în care este fixată, pana 9 se face legătura cu arborele 1 pe care se găsesc montate următoarele piese

- discul 10 cu găuri echidistante pe diametrul corespunzător diametrului interior al filtrului;
- bucașa distanțieră 11;
- inelul de presiune 12, ce asigură ghidarea barelor și rezemarea în timpul sudării;
- piulița 13 care strânge ansamblul astfel format;

Tot acest ansamblu se rotește în carcasa 14, la care se face legătura electrică cu unul din polii mașinii de sudat

Decarece, în timpul sudării prin aceste elemente circulă curenții de valori foarte mari (mii amperi), nu se pot utiliza lagăre de rostogolire (rulmenți).

Flanșa 5 este prima între gaubele 15 și 16, piulițele 17 și 18 pe arborele 1, iar prin intermediul penci 19, este antrenată în mișcarea de rotație odată cu aceasta.

Capetele sîrmelor generatoare ale filtrului pătrund în orificiile din flanșă și sînt îndoite, astfel încît sînt trase odată cu înaintarea arborelui 1.

Discul 10 și flanșa 11 se pot realiza cu diametru mai mare, astfel încît, pe același dispozitiv se pot executa mai multe dimensiuni de filtre.

Pentru aceasta se execută găuri pe mai multe ^{cercuri} corespunzătoare diametrelor gamei de filtre ce urmează a se executa.

În cazul cînd se dorește și schimbarea dimensiunilor fantei de filtrare, trebuie înlocuită fie sîrma, astfel încît la același pas al filetului arborelui 1 să rezulte fanta respectivă sau se înlocuiește arborele 1 și piulița 3.

Pentru fiecare dimensiune de filtru însă, se înlocuiește inelul 12, al cărui diametru exterior trebuie să fie egal cu diametrul interior al filtrului.

De carcasa 14 este fixat și dispozitivul de îndreptare și ghidare a sîrmei 23.

Rolele de îndreptare în număr de 8 au axele de rotație și poziția astfel încît, îndreaptă sîrma în două plane perpendiculare. Profilul canalului practicat pe circumferințele fiecărei role este astfel ales încît să fie în concordanță cu profilul sîrmei.

8.2. Partea electrică

8.2.1. Caracteristici electrice generale

Circuitul electric al utilajului pentru sudarea prin presiune al unui filtru are schema bloc ca în fig. 8.9.

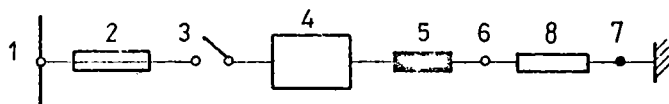


Fig. 8.9. Schema bloc a utilajului pentru sudarea electrică prin presiune a filtrului.

De la rețeaua 1 sistemul de alimentare a circuitului de sudare reprezentat prin impedanța 5 primește energia rețelei prin intermediul elementului de protecție 2 și a separatorului 3.

Prin intermediul elementului 4 se efectuează convertirea parametrilor energiei electrice furnizate de rețea la valori și forme de variație potrivite pentru realizarea procesului de sudare. Sarcina utilă a sistemului este reprezentată de rezistența 8, intercalată în circuitul de sudare prin intermediul pieselor de contact 6 și 7 care stabilesc legătura electrică și mecanică între generatoare și înfășurătoarea filtrului și magina de sudat.

Sistemul de alimentare este alcătuit dintr-un transformator monofazat, alimentat cu tensiunea sinusoidală racordată pe partea secundară la circuitul ^{de} sudare conținând numai elemente liniare constante sau lent variabile în raport cu constanta de tip electromagnetic a sistemului.

Schema echivalentă a circuitului de forță este reprezentată în fig. 8.10, corespunzător situației în care se neglijează curentul de magnetizare și pierderile în fier.

Notînd cu U_1 și U_2 tensiunile la bornele primare, respectiv secundare reduse la primar,

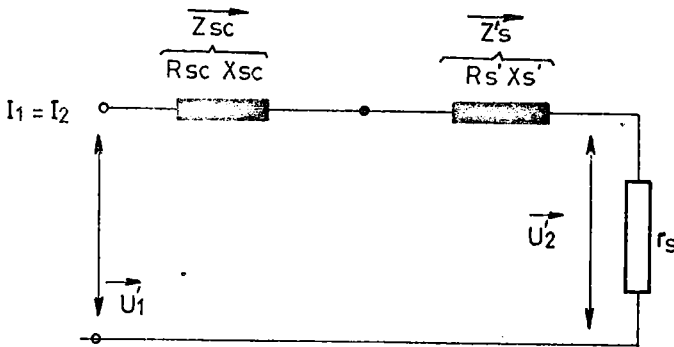


Fig. 8.10. Schema echivalentă a circuitului de forță.

I_1 , I_2 - curent primar, respectiv secundar redus la primar,
 Z_{sc} , R_{sc} , X_{sc} - impedanța, rezistența și reactanța de scurt
 circuit a transformatorului
 X'_{sc} , R'_{sc} , X'_g - parametrii circuitului de sudare redusă
 la primar.

r'_g - rezistența de sarcină a sudurii, redusă la primar.

Randamentul utilajului de sudat prin presiune este:

$$\eta = \frac{r'_s}{r'_s + (R_{sc} + R'_s)} \quad (8.23)$$

Randamentul poate fi mult influențat de valorile rezistențelor de contact din circuitul de sudare, motiv pentru care trebuie acordată o atenție deosebită la dimensionarea elementelor de contact, precum și de întreținerea acestora.

Factorul de putere al mașinii de sudat prin presiune este dat de relația:

$$\cos \varphi = \frac{r'_s + R'_s + R_{sc}}{\sqrt{(r'_s + R'_s + R_{sc})^2 + (X'_s + X_{sc})^2}} \quad (8.24)$$

Elementele hotărâtoare în ceea ce privește factorul de putere al mașinii de sudat prin presiune sînt reactanțele circuitului de sudare și reactanța de scurtcircuit, a tran-

sfornatorului. Dintre acestea, ponderea cea mai mare revine reactanței circuitului de sudare.

Valorile mici ale factorului de putere (0,3...0,6) caracteristicile acestor utilaje sînt condiționate de o serie de factori.

Suprafața circuitului de sudare fiind relativ mare rezultă că trebuie să se conteze pe o anumită valoare limită inferioară a reactanței circuitului de sudare care nu poate fi micșorată prin măsuri constructive.

Această valoare fiind relativ mare, în raport cu rezistențele circuitului, atunci măsurile privind reducerea reactanței de scurtcircuit a transformatorului sînt puțin eficace în ceea ce privește pîrirea factorului de putere.

În cazul sudării electrice prin presiune la locul de sudare se reclamă un curent mare, rolul reactanței circuitului devine important.

În ceea ce privește puterea utilă P_2 necesară pentru realizarea sudurii prin presiune pentru schema echivalentă din fig. 8.10 este dată de relația:

$$P_2 = r'_s I_2'^2 = U_i^2 \frac{r'_s}{(r_s + R'_s + R_{sc})^2 + (X'_s + X_{sc})^2} \quad (8.25)$$

Din relație rezultă importanța păstrării cît mai constante a tensiunii de alimentare în cazul în care se urmărește procesul de sudare și posibilitatea varierii puterii utile prin modificarea raportului de transformare.

Condițiile de lucru existente la sudare fac ca rezistența de sarcină să varieze în limite destul de largi de la o sudură la alta. În această situație este de urmărit variația puterii utile în funcție de rezistența de sarcină.

Puterea utilă devine maximă P_{2m} pentru o valoare r'_{sm} a rezistenței de sarcină egală cu impedanța de scurtcircuit a sistemului transformator-circuit de sudare, adică pentru:

$$r'_{sm} = \sqrt{(R_s + R_{sc})^2 + (X_s + X_{sc})^2} \quad (8.26)$$

Din fig. 8.11 rezultă că zona favorabilă, în care P_2 nu ardează mult cu r'_s se găsește în jurul maximumului curbei caracteristică: $\frac{P_2}{P_{2m}} = f\left(\frac{r'_s}{r'_{sm}}\right)$ estimându-se în intervalul

$$r'_s = (0,8 \dots 1,4) r'_{sm}$$

In cursul unui ciclu de sudare curentul poate varia în limite largi în funcție de cerințele impuse, pentru a ține seama de acest aspect la dimensionarea elementelor active ale circuitului electric de forță și la stabilirea capacității de încărcare a utilajului se utilizează curentul de durată I_d definit prin relația:

$$I_d^2 = \frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} I^2 dt \quad (8.27)$$

Ciclul de funcționare de durată t_c este compus dintr-un interval de lucru cu durata t_e , în care curentul are valoarea constantă I și un interval de pauză de durată t_p , în care curentul este nul, atunci valoarea lui I_d se determină din relația:

$$I_d = I \sqrt{DA} \quad (8.28)$$

în care durata relativă de funcționare este definită ca:

$$DA = \frac{t_e}{t_c} = \frac{t_e}{t_e + t_p} \quad (8.29)$$

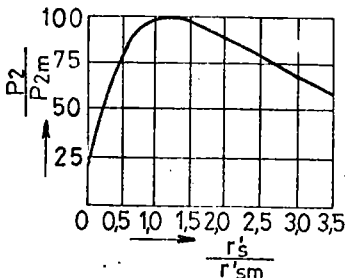


Fig. 8.11. Variația puterii utile în funcție de rezistența electrică de sarcină

In unele cazuri, în loc de curentul de durată, ca valoare nominală se indică curentul admisibil I' la o anumită durată relativă de funcționare DA' . Curentul admisibil I'' la o durată relativă de funcționare DA'' se poate calcula cu relația:

$$I'' = I' \sqrt{\frac{DA'}{DA''}} \quad (8.30)$$

Pentru mașinile de sudat în linie valorile uzuale ale duratei relative de funcționare sînt cuprinse între limitele 0,1...0,5.

Ecuatiile tensiunilor în circuitul reprezentat în fig. 8.10 este:

$$\vec{U}_1 = \vec{U}_2 + (\vec{R}'_s + \vec{R}_{sc}) \vec{I}_2 + j(X'_s + X_{sc}) I_2 \quad (8.31)$$

căreia îi corespunde diagrama fazorială din fig. 8.12

Pentru caracteristica externă rezultă relația:

$$U_2' = \sqrt{U_1^2 - (x_{sc} + x_s') I_2'^2} - (R_{sc} + R_s) I_2' \quad (8.32)$$

Curentul de scurt circuit al mașinii, pentru $U_2' = 0$ are valoarea:

$$I_{sc} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_s + R_{sc})^2 + (X_{sc} + X_s')^2}} \quad (8.33)$$

În cazul mașinilor pentru sudare prin presiune, valorile uzuale sînt 1...24V pentru tensiunea de ners în gol și 1 - 150 KA pentru curentul de scurtcircuit.

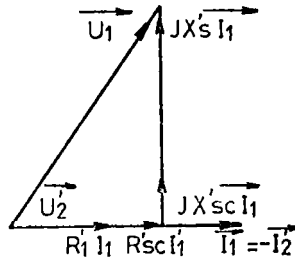


Fig. 8.12. Diagrama fazorială corespunzătoare schemei echivalente din fig. 8.10.

8.2.2. Construcția și calculul circuitului de sudare utilizat la realizarea filtrului sudat

Circuitul de sudare asigură la locul de sudură ^{curentul} de mare intensitate sub o tensiune redusă precum și aplicarea forțelor necesare pentru sudare, și pentru menținerea în poziție a filtrului care urmează a fi sudat.

În concepția dimensionarea acestui circuit se face pe considerente electrice, mecanice și tehnice.

8.2.2.1. Rolul de contact

Rola de contact și elementul purtător al sîmțelor generatoare filtrului sînt în contact direct cu sîmțele ce se sudură (generatoare și înfășurătoare). Satisfacerea în bune condiții a cerințelor impuse rolei și elementului purtător este condiționată de alegerea potrivită a materialului, geometriei și tehnologiei de fabricație. Alți factori importanți sînt alegerea rațională a parametrilor procesului de sudare și întreținerea lor corectă.

In general, rola și elementul purtător satisfac următoarele deziderate:

- materialul utilizat are conductibilitate electrică ridicată; (tab.8.1.)
 - suprafața de contact cu sîrmele are forma și dimensiunile încît să asigure o bună transmitere a curentului și forței;
 - rezistența ridicată față de uzură și oxidare;
 - montare și întreținere ușoară;
 - rigiditate suficientă;
 - acces ușor la locul de sudare.
- Elementele caracteristice ale rolei sînt:
- diametrul (250 mm);
 - grosimea (6 mm)
 - profilul părții active (drept);
 - forma suprafeței de contact (cilindrică);
 - modul de fixare - antrenare (în consolă - mașinii)
 - modul de răcire - cu apă prin acțiune directă

Tabelul 8.1.

Nr. crt.	Compoziția chimică	Conductibilitate în % din cea a Cu	Duritate HB la dif. temperaturi	Temp. de înmuiere	Obs.
1.	0,4 - 1% Cr rest Cu	75-85	130-150/20°C	500-525°C	Stare def. plas
2.	0,25...0,45 % Cr; 0,17...0,45 Cd rest Cu	75 - 85	110...130/20°C	~500°C 60/500°C	

8.23. Calculul circuitului de sudare

La proiectarea circuitului de sudare se iau în considerare forma pieselor de sudat (implicit rezistența electrică de sarcină), valoarea curentului de sudare, durata relativă de funcționare și forțele maxime care intervin în cursul sudării.

Se face în primă instanță, un calcul pentru dimensionarea secțiunilor și stabilirea formei pieselor componente, urmînd ca apoi să se determine rezistența și reactanța circuitului.

- Din punct de vedere electric, secțiunile minime ale diferitelor elemente se determină cunoscând curentul de durată I_{2d} și admitând o anumită valoare pentru densitatea de curent în regiunea de lungă durată j , cu ajutorul relației:

$$S = \frac{I_{2d}}{j} \quad (8.34)$$

Valorile uzuale pentru densitatea de curent sînt indicate în tabelul 8.2.

Tabelul 8.2.

Densitatea admisibilă în diferite elemente ale circuitului de sudare al maginii de sudat prin presiune.

Tabelul 8.2

Denunțarea elementului	Material	Tipul răcirii	Densitatea de curent admisibilă $j, A/mm^2$
console și suportții de console	cupru deformat la rece	aer	1,3 - 2,2
	Bronz	apă	2,4 - 2,6
	Alaamă	aer	1,4 - 1,6
		apă	1,3 - 2
Portelectrozi	Aliaje de cupru cu conductibilitate electrică relativă peste 0,85.	apă	10 - 20
	Alaamă	apă	3 - 10
Benzi flexibile	Cupru M1	aer	2,8 - 3,5
		apă pentru un contact pe lungimea de sub 1 mm	3
		apă pentru un contact pe lungimea peste 1 mm	4,0 - 4,5
		apă pentru un contact pe lungimea peste 1 mm	5,0 - 5,5

Secțiunea, astfel determinată, se verifică din punct de vedere mecanic atunci cînd elementul este supus și acțiunii forțelor care intervin la sudare.

Datorită valorilor mici ale rezistențelor de sarcină, rezistențele de contact din circuitul de sudare au un important rol.

Se impune deci, o dimensionare largă, o realizare foarte îngrijită și o atenție întreținere.

În contactul dintre piesele de cupru, densitatea de curent admisibilă în cazul răcirii cu apă, este de $0,5-1 \text{ A/mm}^2$, iar în cazul răcirii naturale cu aer $0,2 - 0,5 \text{ A/mm}^2$.

Pentru contactul realizat între piese de alamă, răcite cu apă, densitatea de curent admisă este de $0,4 - 0,3 \text{ A/mm}^2$.

De foarte mare importanță așa cum s-a arătat anterior pentru realizarea unui contact bun este forța de apăsare a suprafețelor de contact. Pentru contactele fixe, forța de apăsare se calculează luând în considerare o presiune specifică de $0,4-0,8 \text{ daN/mm}^2$, care se poate realiza cu șuruburi de peste $10-12 \text{ mm}$ diametru.

Luând ca bază forma și dimensiunile pieselor de sudat, precum și dimensiunile principale ale elementelor circuitelor de sudare, se desenează conturul acestuia în așa mod încât, pe de o parte suprafața cuprinsă de circuit să fie cât mai mică, iar pe de altă parte piesele să poată fi ușor deplasate în cursul sudării iar locul sudării să fie accesibil pentru urmărirea procesului.

După această primă trasare a conturului mașinii se trece la efectuarea calculului mecanic de verificare a solicitărilor și deformațiilor.

Se determină rezistențele în curent continuu pentru fiecare element al circuitului cu relația:

$$R_e \equiv \rho \frac{l}{s} \quad (8.35)$$

ρ - rezistivitatea la 75°C ;

l, s - lungimea, respectiv, secțiunea elementului respectiv.

Pentru determinarea factorului de pierderi suplimentare se calculează în prealabil adâncimea de pătrundere în metalul elementului considerat.

$$m = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f \mu}} \quad (8.36)$$

și relația:

$$\Sigma = \frac{d}{4m}$$

valorile în ipoteza că elementele circuitului de sudare au o secțiune de diametru d .

Calculul se face în sistemul M.K.S.A.:

Cu valoarea lui Σ găsită se calculează K , utilizând relațiile:

$$\left. \begin{aligned} K_s &= \frac{\Sigma^4}{3} ; \Sigma < 1 \\ K_s &= \Sigma - 0,75 + \frac{3}{64\Sigma} \text{ pentru } \Sigma > 1. \end{aligned} \right\} \quad (8.37)$$

Valorile rezistențelor de contact dintre elementele circuitelor de sudură se consideră astfel:

2-3 $\mu\Omega$ pentru contactele fixe nedepasabile;

4-12 $\mu\Omega$ pentru contactele fixe depasabile.

8-20 $\mu\Omega$ pentru contactele mobile.

aceste valori corespund unor situații optime, în care contactele sînt în stare bună și corect strînse.

Însumînd toate rezistențele luate în considerație se obține rezistența circuitului de sudură R_s , circuitul de sudură fiind format din bare dreptunghiulare cu dimensiunile secțiunii a și b , inductanța se calculează cu relația:

$$L_s = \frac{\mu_0}{\pi} \left[L_0 \ln \frac{2 L_0 H_0}{(a+b)(D_0+L_0)} + H_0 \ln \frac{2 L_0 H_0}{(a+b)(D_0+H_0)} \right] \quad (8.38)$$

Reactanța circuitului de sudură este:

$$X_s = 2 \pi f L_s \quad (8.39)$$

f - frecvența tensiunii de alimentare.

Reactanța pe unitatea de lungime a periferiei circuitului de sudură se poate calcula cu bună aproximație, cu relația:

$$X_{se} = 2,9 \left(\frac{L_0 - b}{b} \cdot \frac{a}{b} \right)^{0,45} \cdot 10^{-5} \left[\Omega / m \right] \quad (8.40)$$

Reactanța pe unitatea de lungime a portălektrozilor considerați ca avînd lungimea de calcul $H_0 - d$ este:

$$H_{s2} = 9,5 \cdot 10^{-5} \exp \left[0,05 \frac{H_0 - \frac{d}{2}}{\frac{d}{2}} \right] \left[\Omega / m \right] \quad (8.41)$$

Cunoscînd rezistența de sarcină r_s (rezistența sîmnelor înfăgurătoare și generatoare) rezistența circuitului de sudură R_s și reactanța acestuia X_s , se calculează dependența:

$$Z_s = \sqrt{(r_s + R_s)^2 + X_s^2} \quad (8.42)$$

Cu ajutorul acestora se calculează tensiunea necesară în sarcină la bornele secundare ale transformatorului:

$$U_2 = Z_s \cdot I_2 \quad (8.43)$$

Pentru a se calcula transformatorul de sudare se apreciază tensiunea sa de mers în gol.

Se admite în general, $U_{20} = (1,05 \sim 1,2) U_2$, urmînd ca, după stabilirea dimensiunilor transformatorului să se verifice valoarea tensiunii secundare la mers în sarcină.

8.244. Transformatorul de sudare

Marea majoritate a mașinilor de mică putere pentru sudarea prin puncte și în linie sînt dotate cu transformatoare monofazate pentru 50 Hz.

Nucleul de oțel al acestui transformator are o construcție similară cu acela al transformatorilor de putere obișnuite.

Secțiunea coloanelor și jugurilor este dreptunghiulară, raportul între grosimea pachetului de tole și lățimea tolelor în coloană fiind 1,8 (nucleu în mantă).

Se optează pentru nucleu în mantă deoarece permite obținerea unei inductanțe de dispersie mici și o protecție a înfășurărilor.

Înfășurarea secundară este alcătuită dintr-o singură spirală realizată din placă de cupru avînd grosimea de 3 mm, fără răcire cu apă.

Înfășurarea primară s-a realizat din 6 discuri de cupru dreptunghiular cu prize necesare pentru modificarea curentului de sudare.

Adaptarea mașinii de sudat la cerințele tehnologice necesare realizării filtrului sudat a impus modificarea curentului de sudare în limite largi.

Acest lucru s-a realizat prin modificare tensiunii secundare la mers în gol prin intermediul modificării în trepte a raportului de transformare, utilizîndu-se diferitele prize cu care s-a prevăzut înfășurarea primară.

Modificarea parametrilor electrici ai procesului de sudare, se obțin prin schimbarea numărului de spire W și se calculează în primă aproximație cu relațiile:

$$\left. \begin{aligned} U_2 &= \frac{W_{\min}}{W} U_{2\max}; \\ I_2 &= \frac{W_{\min}}{W} I_{2\max}; \\ P_2 &= \left(\frac{W_{\min}}{W}\right)^2 P_{2\max} \end{aligned} \right\} \quad (8.44)$$

U_2, I_2, P_2 sînt tensiunea, curentul și puterea corespunzătoare numărului de spire.

$U_{2\max}, I_{2\max}, P_{2\max}$ - valorile maxime ale aceluiași parametri în situația numărului de spire primare W_{\min} .

Relațiile de mai sus sînt valabile în cazurile cînd se pot neglija impedanța primarului transformatorului (Z_1) și curentul său de magnetizare, iar impedanța circuitului secundar este constantă.

Curentul absorbit de la rețea se calculează cu relația:

$$I_1 = \left(\frac{W_{\min}}{W}\right)^2 I_{1\max} \quad (8.45)$$

Notînd cu $U_{2\min}$ și $U_{2\max}$ tensiunile secundare minime și maxime și n numărul de trepte de reglare:

$$U_{2\min} = \alpha^{n-1} U_{2\max} \quad (8.46)$$

unde:

$$\alpha = \sqrt[n-1]{\frac{U_{2\max}}{U_{2\min}}} \quad (8.47)$$

Reglajul intensității curentului de sudare se realizează în cazul mașinii agregat pentru execuția filtrului sudat cu ajutorul unui comutator în trepte, prin modificarea unor puncturi cu mîner.

Varierea intensității se realizează prin modificarea raportului de transformare în funcție de poziția celor trei puncturi.

În tabelul 8.3. se dau tensiunile din secundarul transformatorului.

În funcție de rezistența circuitului de sudare, rezultă o anumită intensitate a curentului, conform caracteristicii externe a transformatorului.

Caracteristica externă a mașinii de sudat este prezentată în figura 8.12.

Tabelul 8.3.

Nr. poz.	Poziția șuntului			Tensiune secundară (V)
	1	2	3	
1	II	II	II	2,2
2	I			2,3
3	II	I		2,5
4	I		2,7	
5	II	II	I	3,0
6	I			3,3
7	II	I	3,8	
8	I		4,2	

Se remarcă rezistența foarte mică a circuitului secundar (notată cu R_H) și panta mare a caracteristicii. Din această rezultă necesitatea ca legăturile electrice să asigure transmiterea energiei necesare pentru sudare cu pierderi minime, deci rezistența electrică a acestor legături să fie minimă.

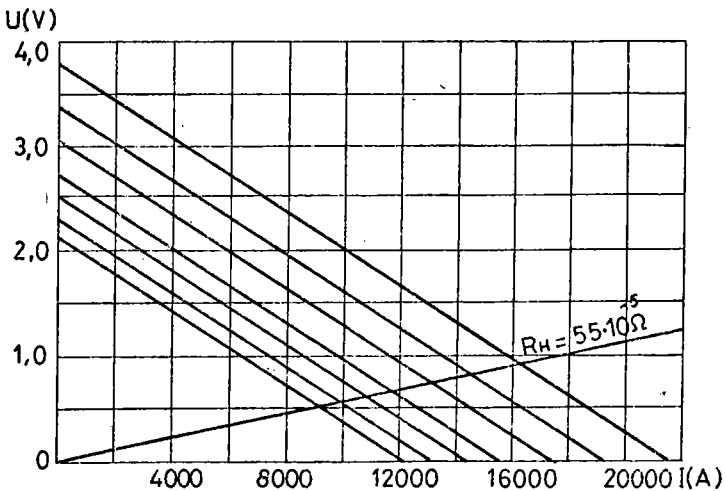


Fig. 8.13. Caracteristica externă a mașinii utilizată pentru realizarea filtrelor sudate.

8.3. Partea electronică

8.3.1. Comanda sistemului de alimentare

Schema bloc a comenzii sistemului de alimentare este prezentată în figura 8.14.

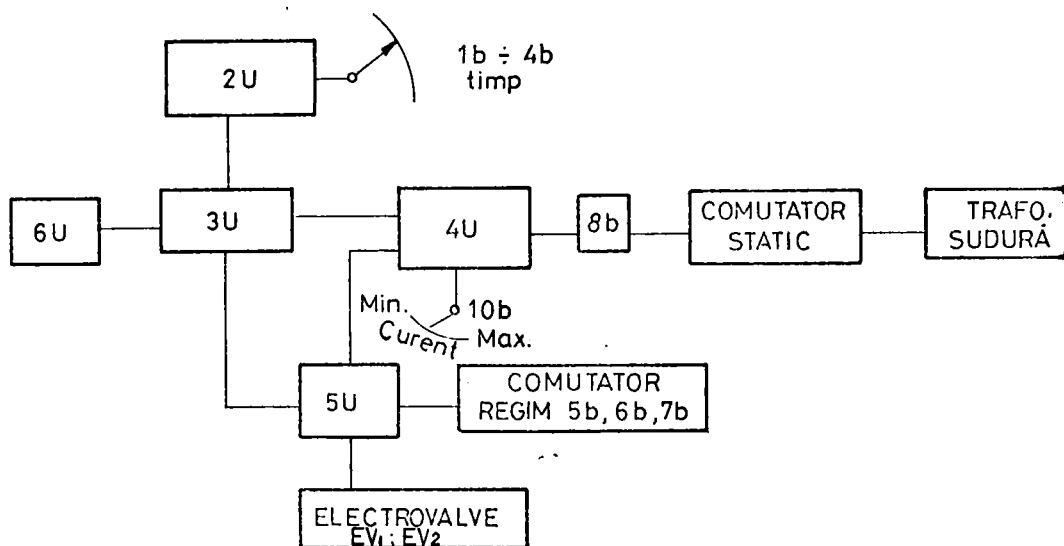


Fig. 8.14. Schema bloc a comenzii sistemului de alimentare a masinii de sudat electric prin presiune.

Comanda sistemului de alimentare se realizează în trei regimuri de lucru:

- regim punct singular;
- regim de puncte repetate;
- regim în linie

Modulul (5U) facilitează realizarea acestor regimuri de funcționare având și rolul de coordonare a programatorului de timp în regimul de puncte repetate. Selectarea regimului se realizează prin comutatoarele 7b, 6b, 5b.

În regimul de punct singular utilizat pentru realizarea sudurilor, în vederea obținerii filtrului de timp, comutatorul 5b se trece în poziția "1 punct" iar sudarea se realizează la acționarea comutatorului 8b "start" de către înfășurătorul de curent.

Programatorul de timp (3u) primește impulsuri de tact(2) și impulsuri de numărare și decodificare ca interval impuls-pauză, se realizează modularea ca tren impulsurile generatorului de impulsuri de amorsare de 2KHz din blocul (5u).

Succesiunea pauză-impuls se realizează prin comutatoarele modului de numărare a perioadelor rețelei electrice (50 Hz) din blocul (2u) prin comutatoarele 1b, 1'b', 2b, 3b, 4b cu 60 poziții în combinație.

Puterea necesară realizării este de asemenea reglabilă în 24 trepte prin posibilitatea reglării de deschidere (aprindere) din contactorul static, circuitul fiind inclus în blocul (44).

Aprinderea tiristoarelor se realizează în varianta cu transformator de separare (Blocul 8u) care permite și o separare galvanică a circuitelor de comandă de cele de forță cât și realizarea mai simplă a verificării integrității joncțiunilor celor două tiristoare de putere Th_1 și Th_2 prin comutatorul 8b. Poziția "CURRENT" la acestuia corespunde funcționării tiristoarelor la aprinderea realizată pe porți prin conexiunile 3 și 5 la socirea impulsurilor de comandă, iar în poziția "CONTROL" tiristoarele trebuie să rămână stinse, deci fără a permite trecerea curentului spre prizorul/transformatorului de sudare.

Aprinderea tiristoarelor este în plus condiționată și de închiderea contactelor 4d, 5d, 6d, care corespund cuplării concomitente transmițerii impulsurilor de aprindere către electroventilele EV_1 și EV_2 de apă și aer necesare răcirii tiristoarelor.

În realizarea caracteristicilor comenzii contactorului static și deci al sudării îl au programatoarele de timp (3u) și de curent (4u) care sînt coordonate de blocul (2u). Acest bloc de numărare a perioadelor rețelei cuprinde un generator de tact format din transistoarele T_1 , T_2 , T_3 , porți ale unor circuite logice integrate (și-au) 17I, 18I, 19I care generează semnalele de tact (tact 1 și tact 2) dreptunghiulare de 5V avînd perioada rețelei electrice ca și pentru numărătoarele $1I_1$, $1I_2$, $2I_1$, $2I_2$, $3I_1$, $3I_2$, circuitele integrate CDB 473 B (cu cîte 2 bistabile).

Secvențele numărate sînt selectate în urma decodificării într-o matrice cu diode prin intermediul comutatoarelor 1b, 1'b', 2b, 3b, 4b și sînt transferate programatorului de timp (3u). Programatorul de timp realizează în cadrul caracteristicii semnalului pentru sudare perioadele de pauză și cele de impuls (faza 2,3) din cadrul ciclului de asemenea perioada ciclului de

sudare. Blocul cuprinde în acest scop circuite numărătoare, realizat cu circuite integrate 5I, 6I, 7I, 8I de tipul CDB 473 E, circuite de formare cu tranzistoarele $T_6 \dots T_{14}$; porți logice realizate cu circuitele integrate de tipul CDB 400E și CDB 430E pentru transfer și ștergere a numărătoarelor.

De la același bloc sînt transferate semnale modului de semnalizare timp (64)⁵ prin intermediul a 4LED-uri OL_1 ; OL_2 ; OL_3 ; OL_4 , redau secvențele ciclului de sudare.

Programatorul de curent (4U) are un circuit pentru dozarea puterii necesare prin reglajul unghiului de comandă a tiristoarelor. Circuitul este realizat cu elemente discrete și este prevăzut cu un comutator IO b cu 24 poziții.

Circuitul astfel format facilitează reglajul puterii la sudare prin reglajul amplitudinii tensiunii aplicate pe primarul transformatorului de sudură în ciclul impus de programatorul de timp servindu-se de amorsarea tiristoarelor de impuls create de oscilatorul format din tranzistoarele T_{38} , T_{39} , T_{40} din blocul (5u).

Prin circuitul integrat I_{11} - CDB430B care cuprinde doi operatori dubli "Si-u" cu patru intrări se încusă astfel secvențele semnalelor date de programatoarele de timp și curent ce sînt transmise transformatoarelor de cuplaj și impulsuri (2m; 3m) prin elementele de amplificare format din tranzistoarele $T_{32} - T_{37}$. Porțile "Si-Nu" ale circuitului CDB 400 E-12I sînt comandate de cele două tipuri de impulsuri de tact 1 și 2 care sînt în opoziție, astfel obținându-se prin transformatorul de cuplaj (2a și 3a) apăsătoare pe rînd la fiecare alteranță a tensiunii rețelei a tiristoarelor contactorului static T_{11} și T_{12} .

Regimul de puncte repetate se realizează prin amorsarea comutatorului 7b în poziția "PUNCTE" și comutatorului Ib în poziția "CO". Funcționarea aparatului este similară regimului de lucru anterior singura deosebire intervenind prin faptul că la trecerilor 25 și 35 ale programatorului de timp (4u) la circuitul de comandă un impuls de ștergere de la un circuit de temporizare ce cuprinde porțile "Si-Nu" ale circuitului integrat 400 E-14 I și tranzistoarele $T_{15} - T_{16}$ din modulul (5u). De regulă în astfel de trenuri de impulsuri cu pauză doi puncte de sudură intermitente pauza corepunzînd timpului creat de grupul R3 din circuitul de temporizare.

Sudarea în linie se realizează în poziția "LINIE" și comutatorului 7b în poziția "LINIE". În această poziție sînt șterse și

tului integrat 681473-412 din modulul (3u) este menționat în poziția în care se audează pauza, realizându-se sudura continuă.

8.3.2. Înteruptor tiristorizat

Alimentarea cu tensiune a transformatorului de sudare se realizează cu contactorul static cu tiristoare (Th_1 și Th_2) fig.8.15) contactor antiparalel, astfel încât urbele alternanțe ale tensiunii de comandă sînt transferate acestuia.

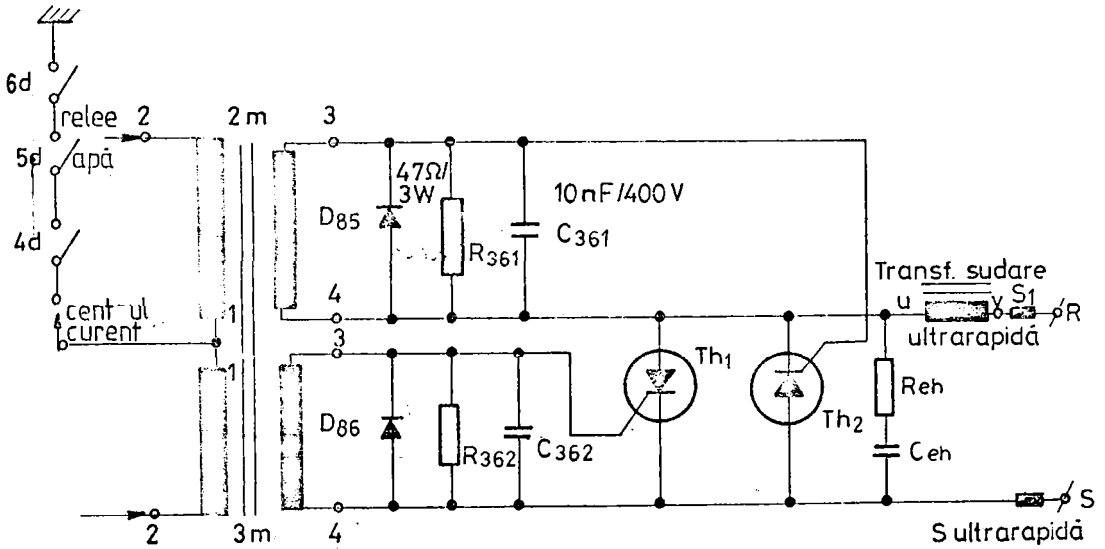


Fig. 8.15 Înteruptor tiristorizat.

Pentru a se asigura o izolare electrică a circuitului de comandă și a circuitelor de poartă ale tiristoarelor au fost introduse transformatoarele de impulsuri 2m;3m.

Se realizează astfel, o caracteristică a curenților pe grilele (portile) tiristoarelor mai adecvate circuitului de comandă cu amorțiri eficiente ale tiristoarelor fiind asigurată de un transformator, este inductivă.

Pentru limitarea vârfurilor de tensiune negativă ce ar putea apărea în secundarele transformatoarelor de impuls care se aplică portilor tiristoarelor sînt introduse ca elemente de protecție diodele D85 și D86.

Pentru a preveni declanșările false în prezența unor semnale parazite puternice, în paralel cu aceleași înclanșări sînt introduse rezistențele R_{361} și R_{362} .

Impulsurile fiind generate cu frecvențe de 2KHz, transformatoarele 2a și 3a sînt cu miez de ferită.

Protecția la supratensiuni apărute în urma *cuplării* pe sarcina inductivă, ale tiristoarelor Th_1 și Th_2 este realizată cu ajutorul grupului Rech și Cech aflat în modulul (94).

Înfășurările celor două transformatoare de impulsuri sînt conectate astfel încît, înfășurările primare lucrează în contratimp, iar cele secundare conectate pentru a realiza impulsuri pozitive pe porțile tiristoarelor.

Pe legătura la masă a transformatoarelor de impuls sînt plăstate contacte ale releeelor de apă și aer 4d, 5d și 6d și un comutator (3b) care în poziția "CONTROL" permite verificarea tiristoarelor (trebuie să rămîină stinse).

Protecția la suprasarcină și scurtcircuit este realizată prin siguranțele fuzibile ultrarapide.

8.3.3. Elaborarea schemei electronice de comandă

Coordonarea mișcării mecanice elementelor ce intră în procesul sudării cu momentele de aplicare a tensiunii necesară sudării se poate realiza prin dublarea cu un microcontact, a comutatorului de "START" acționat de un disc cu bolțuri sau aplicînd direct pe punctul 2 de legătură a aceluiași comutator de o tensiune de +5V, obținută de la un relee fotoelectric sau un senzor magnetic. Prima soluție este mai simplă, *acord^{lucru}V* condus la alegerea și utilizarea ei, în cadrul mașinii agregat pentru executat filtre sudate electric prin presiune.

În cazul alegerii variantei cu senzor magnetic se pot utiliza două tipuri de comutatoare cu senzor magnetic SI 230/231 și SI 241/242/251/252. Ambele tipuri conțin un transductor magnetic *bazat pe efect Hall*, care la o anumită intensitate a cîmpului magnetic comandă bascularea legăturii (tip transductor cu colectorul în gol) în starea de saturație.

Timpii de comutare din catalog sînt:

- blocat-saturat - $0,2\mu s$

- saturat - blocat - $1\mu s$

pentru SI 230/231 aflat în fabricație la IPG Băncăsa.

În ceea ce privește fototransistorii, fig. 8.16, timpii de comutare sînt cuprinși între $(4-100)\mu s$, timpii de creștere fiind obținuți la tipurile de fototransistoare care au acces pe boabă.

Din punct de vedere economic, utilizarea fototransistorilor este mai recomandabilă, cînd se lucrează cu valori variabile de saturație a cîmpului.

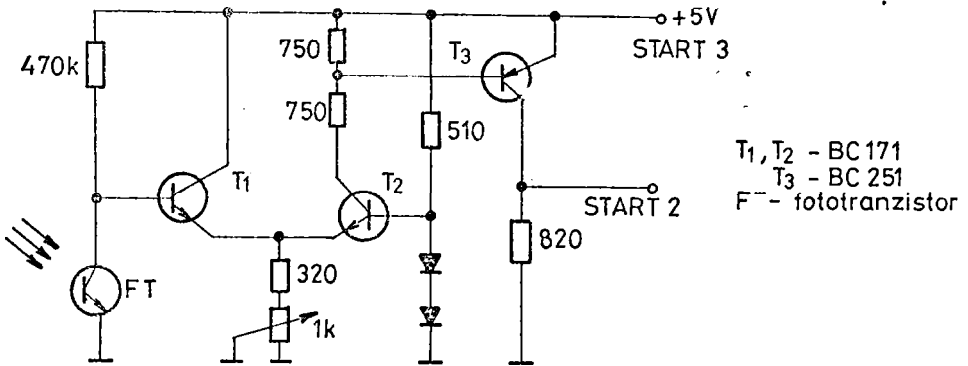


Fig. 8.16 Schema de utilizare a unui fototranzistor.

Iluminarea fototranzistorului se face cu o diodă LED cele două elemente ale traductorului fototranzistorul și dioda LED sînt poziționate pe același ax interpunîndu-se între ele un disc cu 24 găuri (dinți) care se corelează ca poziție cu suportul filtrului avînd aceeași mișcare cu acesta.

La trecerea fascicolului luminos prin gaură se transmite impulsul de sudare pentru formarea unui nou punct sudat.

9. EXPERIMENTARI CU ECHIPAMENTUL EXPERIMENTAL REALIZAT

9.1. Cercetări metalurgice

S-au cercetat din punct de vedere metalurgic tipodimensiunile $\emptyset 10$ și $\emptyset 90$ pentru elemente filtrante.

Analiza chimică cantitativă efectuată pe cele două tipodimensiuni se prezintă în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1.

Nr. crt.	Marcaj probă	Compoziție chimică			
		Cr	Mn	Ni	Fe
0	1	2	3	4	5
1	Si $\emptyset 10$	13,5	1,33	10,4	Rest
2	SG	13,5	1,31	10,0	Rest
3	Si $\emptyset 90$	20,1	1,38	9,32	Rest
4	SG	21,0	2,48	9,51	Rest

Analizele chimice s-au executat conform procedurii tehnice P.C.T. 02 - 02; analiza metalografică, conform procedurii tehnice P.T.02-01, din manualul de calitate M.A.C. I.S.I.M. [94].

Încercările de duritate Vickers HV5 (STAS 492/1-85) efectuate pe cele două tipodimensiuni sînt prezentate în tabelul 9.2. [94]

Tabelul 9.2.

Nr. crt.	Marcajul probei	Zona cercetată	Duritatea
			HV 5
0	1	2	3
1			362
2		MB - SI	331
3	Elementul		345
4	Filtrant		341
5	$\emptyset 50$	2TP - SI	289
6			344

0	1	2	3
7			
8		MB - SG	353
9			353
			376
10			234
11		ZIT - SG	239
12			244
1			423
2		MB - SI	412
3			418
4			229
5		ZIT - SI	246
6	Element		221
7	filtrant		336
8	Ø 30	MB - SG	341
9			321
10			295
11		ZIT - SG	227
12			239

Imprecizia determinărilor pentru cele două tabele este de $\pm 3\%$.

În ZIT se observă scăderea durității, datorită apariției fazei σ .

Analiza metalografică și la microsondă electronică s-a efectuat cu scopul certificării calității sudurilor realizate respectiv pentru evidențierea defectelor posibile, a căror apariție este condiționată de regimuri de sudare necorespunzătoare.

Examinarea macroscopică, fig. 9.1. evidențiază, indiferent de dimensiunile filtrului realizat, îmbinări uniforme egale ca adâncime de pătrundere a sudurii echidistante cu S.G. în poziție corect radială.

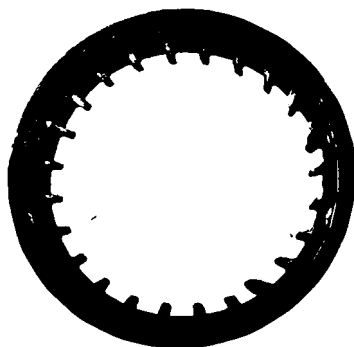


Fig.9.1. Aspectul macroscopic al elementului filtrant. (mărire $\times 0,9$)

In fig. 9.2. se prezintă aspectul îmbinării sudate la filtru $\varnothing 50$ constatându-se continuitatea acesteia și prezența unei bavuri vizibile și o pătrundere de circa $0,45$ mm.

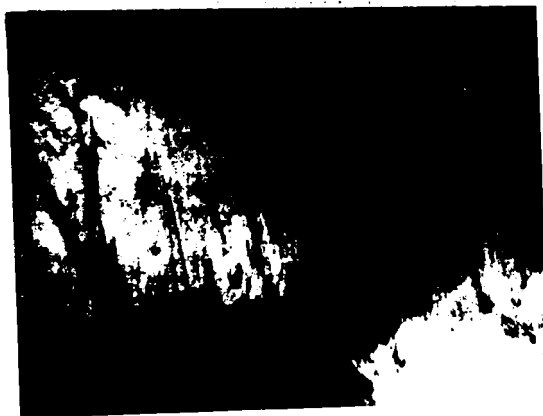


Fig.9.2. Îmbinarea sudată la filtru $\varnothing 50$ constatându-se continuitatea acesteia și prezența unei bavuri vizibile și o pătrundere de circa $0,45$ mm. (mărire $\times 40$)

În zona îmbinării, fig.9.3 se constată o structură constituită din austenită și ferită δ cu carburi complexe, iar în H.B., o structură obișnuită austenitică cu carburi aliate. Pentru toate probele s-a folosit ca reactiv metalografic apa regală în glicerină.



9.3. Structură austenitică și ferită δ cu carburi complexe în sudură, iar în H.B. structuri cu carburi aliate. (mărire $\times 100$)

În fig.9.4, 9.5, 9.6, se prezintă la diverse mărimi o sudură completă executată pe întreaga circumferință a lui S.G.

x



Fig.9.4. Sudură completă între SI și SG (mărire $\times 250$)



Fig.9.5. Sudură completă între SI și SG (mărire $\times 500$)



Fig. 9.6. Cădere completă între
Si și SG (mărire x1000)

În condițiile unor parametri de sudare necorespunzători pot apărea defecte ca cele din fig. 9.7, 9.8, 9.9, 9.10, 9.11, 9.12, 9.13, sub formă de lipsă de topire și goluri.



Fig. 9.7. Defect sub formă de lipsă
de topire și goluri datorită
parametriilor de sudare
necorespunzătoare. (mărire x100)

În figurile 9.8, 9.9, 9.10 este prezentă la diferite mărimi lipsa de topire dintre cele două componente Si și SG, dar în figurile 9.11, 9.12, 9.13 se observă la diferite mărimi că una din ele, în acest caz, este numai parțial sudată.



Fig.9.8. Lipsă de topire între
SI și SG (mărire x250)



Fig.9.9. Lipsă de topire
între SI și SG (mărire x400)



Fig.9.10 Lipsă de topire între
SI și SG (mărire x 1000)



Fig. 9.11. Suprafa de fabricarea
partii sulată (mărire x 200)

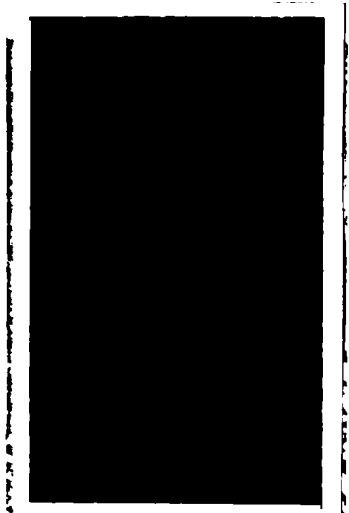


Fig. 9.12. Suprafa de fabricare
partii sulată (mărire x 50)

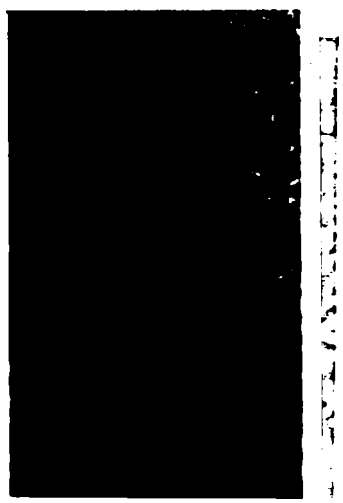


Fig. 9.13. Suprafa de fabricare
partii sulată (mărire x 1000)

Pentru atestarea continuității îmbinării sudate s-a executat și o analiză la microscopii electronice constatându-se că principalele elemente de aliere Cr, Ni și Mn, precum și elementul de bază Fe nu prezintă concentrații compoziționale particulare în Z.T. de la SI la SG.

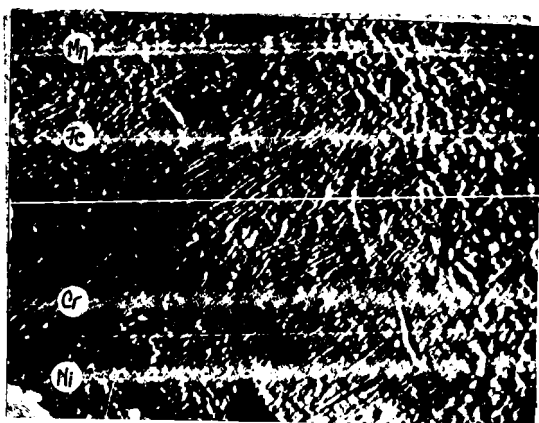


Fig. 9.14. Analiză la microscopii a Z.T. dintre SI și SG
(mărire $\times 500$)

Z.T. dintre SI și SG se găsește exact în mijlocul fig. 9.1 iar fascicolul electronic a explorat proba pe axul sudurii de-a lungul liniei albe din centrul figurii.

Această analiză prin atestarea continuității chimice a îmbinării confirmă alegerea optimă a parametrilor regimului de sudare și lipsa unor modificări compoziționale în interfața S.I.-S.

Pentru elementul filtrant $\varnothing 90$ se constată adâncimi de pătrundere a SI în SG mai mari în comparație cu adâncimea de pătrundere realizată pentru elementul filtrant $\varnothing 50$ datorită aplicării unor forțe de apăsare mai mari (80-100) daN, decât la elementul filtrant $\varnothing 50$ unde s-au utilizat forțe de apăsare de (60-70) daN figurile 9.15 și 9.16.

Datorită aplicării unor forțe de apăsare mai mari, apar deformații plastice ale materialului așa cum prezintă la diferite mărimi fig. 9.17, 9.18, 9.19.

Adâncimea de pătrundere mărită este în avantajul calității elementului filtrant $\varnothing 90$ realizat, acesta putând fi utilizat în condiții severe de funcționare datorită unor puncte sudate de bună calitate.



Fig. 9.15
(mărire x40)

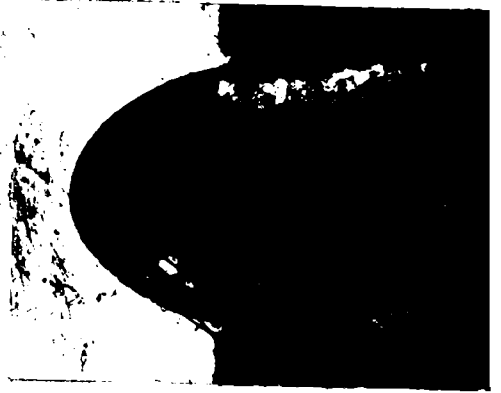


Fig. 9.16
(mărire x40)

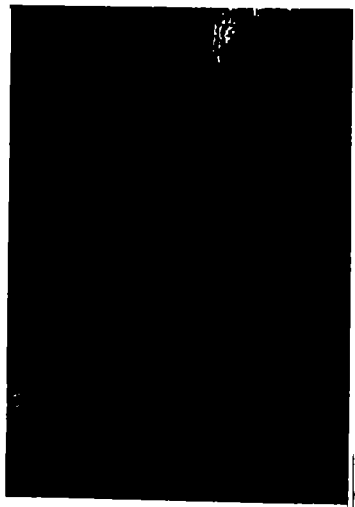
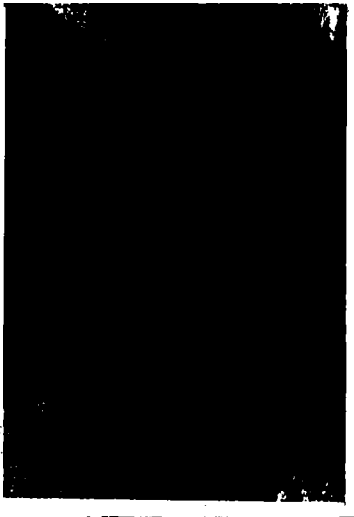


Fig. 9.17. Deformații plastice ale
materialelor celor două componente
SI și SG, datorate unor forțe de
apăsare de (80-100)daN (mărire x100)

9.18. Deformații plastice ale
materiai celor două compo-
nente SI și SG, datorate a
forțe de apăsare (80-100)
daN (mărire x100)



9.19. Deformații plastice ale materialelor celor două componente SI și SG, datorate unor forțe de apăsare de (80-100) daN (mărirea x 1000)

Se remarcă deasemenea, prezența unor bavuri reduse grație alegerii judicioase a parametrilor de sudare, existînd o corelație bună între energia de sudare folosită și forța de refulare aplicată. Analiza structurală a evidențiat ca și în cazul elementului filtru Ø50 prezenta austenitei aliate cu ferită δ și carburi în SI și austenită ^{și carburi} globulare în SG fig.9.20.



Fig.9.20 Austenită aliată cu ferită δ și carburi în SI și austenită și carburi globulare în SG.
(mărire x 100)

S-a recurs din nou la microsonda electronică pentru a studia variația compoziției chimice de-a lungul îmbinării sudate constatându-se că, cu excepția manganului care este mai mare în SG 2,46 %, față de 1,83% Mn, pentru SI, celelalte elemente nu evidențiază concentrații periculoase nici între cele două componente și nici în Z.T. propriuzisă (fig.9.21.)

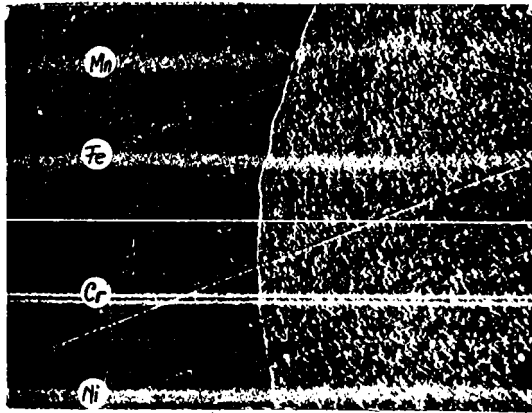


fig.9.21. Analiză la microsonda electronică în zona de trecere dintre SI și SG. Se remarcă că în SG este o concentrație mai mare de mangan. (mărire x 300).

9.2. Cercetări, privind rezistența de contact între sârma generatoare și sârma înfășurătoare.

Pentru satisfacerea necesităților de măsurare și control, prezentate de problema sudării electrice prin presiune a filetelor pentru nisip s-a realizat un model experimental IP-1 pentru un aparat digital specializat pentru măsurarea cu precizie ridicată a rezistenței electrice de contact de joasă tensiune, a sîmelor (generatoare, înfășurătoare) pentru diverse forțe de apăsare a lor.

Modelul experimental IP-1 prezintă gamele de măsurare: $0,1 ; 1 ; 10 ; 100 \Omega ; 1 ; 10 ; 100 \text{ k}\Omega$, comutabile cu ajutorul unui comutator, afișajul cu trei cifre, iar precizia măsurării este dată de aceeași relație ca și pentru multimetru E O 302.

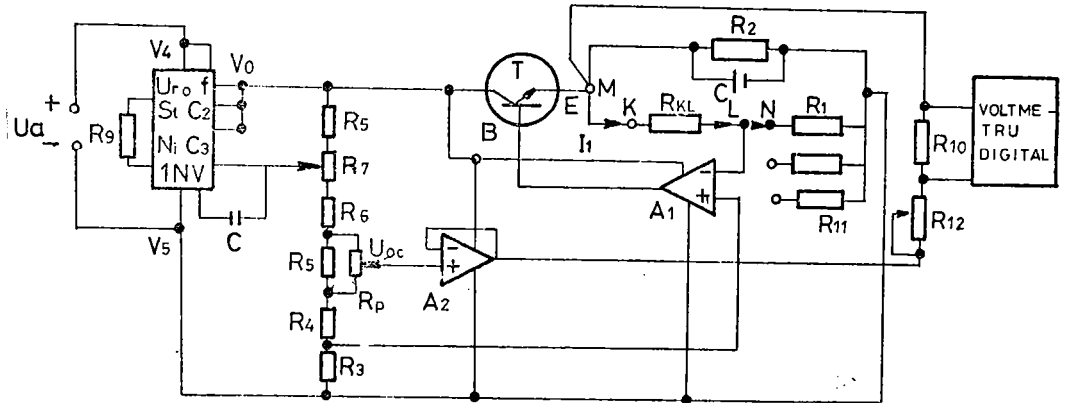


Fig. 9.22. Schema electrică de principiu a aparatului IP - 1.

În figură este prezentată schema electrică (de principiu) pentru modelul experimental IP 1.

Circuitul de măsurare este o punte de rezistență cu trei brațe (102), formată din rezistențele R_{KL} , R_1 , R_2 unde R_{KL} este rezistența de măsurat (R_x) conectată la bornele K și L ale aparatului conform fig. 9.23 sau fig. 9.24, iar R_1 și R_2 sînt rezistențe de precizie.

Puntea de măsurare este alimentată în curent constant cu ajutorul unei punți redresoare prin rezistența R_1 pentru orice rezistență R_x cuprinsă în gama de măsurare.

Pentru a se realiza această condiție se utilizează bucla de reacție negativă formată din amplificatorul operațional A_1 conectat la baza tranzistorului T de tip BD 135, care funcționează în regim de receptor pe emitor. Se generează astfel un curent I_1 dat de ec. (9.1) care străbate brațul R_1 , fiind constant și independent de rezistența $R_{(x)}$ [102] .

$$I_1 = \frac{U_{ref}}{R_1} \quad (9.1)$$

Conectînd rezistența de măsurat la bornele K și L ale aparatului constatăm că rezistența pe care o măsoară este dată de relația: $R_{KL} = R_{C1} + R_{E1} + R_{C3} + R_X + R_{C4} + R_{E2} + R_{C2}$

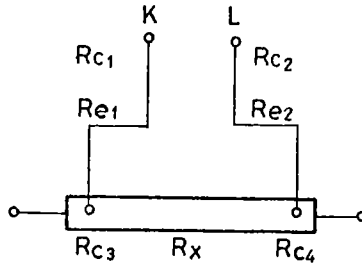


Fig. 9.23 Schema de conectare a rezistenței R_X ptr. masurare.

unde: $R_{C1}, R_{C2}, R_{C3}, R_{C4}$ sînt rezistențele de contact și R_{E1}, R_{E2} sînt rezistențele conductoarelor de legătură.

Pentru a se separa rezistențele conductoarelor de legătură și rezistențele de contact se efectuează reglajul prealabil al aparatului [101] conectîndu-se rezistența R_X , conform fig. 9.24, deci la bornele K și L este conectat ansamblul rezistențelor ce trebuie eliminate R'_{KL} : $R'_{KL} = R_{C1} + R_{E1} + R_{C3} + R_{C4} + R_{E2} + R_{C2}$

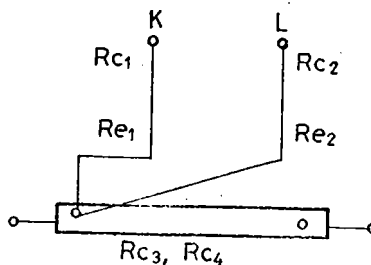


Fig. 9.24. Schema de conectare a rezistenței R_X pentru reglaj.

În divizionul de tensiune conectat la ieșirea stabilizatorului de tensiune ST, se prevede potențiometrul R_p care permite obținerea tensiunii u_2 , superioară tensiunii u_{ref} . Se reglează din exteriorul aparatului, prin intermediul unui buton de reglaj poziția cursorului potențiometrului R_p pînă ce voltmetrul digital indică valoarea $\Delta u = 0$.

Pentru măsurarea rezistenței, R_x se conectează conform fig. 9.23, modificându-se poziția cursorului R_p și s-a măsurat tensiunea Δu care este proporțională cu R_x [101].

$$\Delta u = \frac{U_{ref}}{R_1} R_x \quad (9.2)$$

Pentru măsurarea tensiunii Δu , între ieșirea tranzistorului și cursorul potențiometrului R_p se utilizează amplificatorul A_2 ca receptor de tensiune, iar la ieșirea lui, rezistențele R_{10} și R_{12} . Curentul ce străbate aceste rezistențe este:

$$I = \frac{U_{ref}}{R_{10} + R_{12}} \frac{R_x}{R_1} \quad (9.3)$$

Căderea de tensiune la bornele rezistenței R_{10} este aplicată la bornele voltmetrului digital.

Modelul experimental a fost realizat pentru măsurarea rezistențelor de contact dintre sîmele generatoare și înfășurătoare la diferite forțe de apăsare, măsurarea fiind stabilă și reproductibilă.

Principale măsurători ale rezistenței electrice în funcție de lungime s-au efectuat pe două sîme profilate gradate în cm cu lungimea de 25 cm fiecare.

Rezultatele sînt prezentate în tabelul 9.3.

l cm	n_g	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R m Ω	1	4	7,5	10	14	16,5	20	23	26	29	32
R_g m Ω	2	4	7,5	10,5	13,5	16,5	20	23	26,5	29,5	32

Tabelul 9.3 continuare

n_g	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	36	38	41	44	47	50,5	53,5	56	60	62	65
2	35	38,5	41	43,5	46	48,5	51	53,5	56,5	60	64

Tabelul 9.3 continuare

n_s	22	23	24	25
1.	68	70,5	74	76,5
2.	67	70,5	73,5	76,5

n_s - numărul sîmăi la care s-a măsurat rezistența electrică în funcție de lungime

$R = 31; 31; 31; 32; 32; 32; 32; 32; 32; 32; 32; m\Omega$

la fiecare măsurare s-a verificat menținerea zeroului prin deplasarea pieselor de prindere pentru lungimea zero.

Grafic, (fig.9.25) rezistența electrică în funcție de lungime este o dreaptă ce trece prin origine.

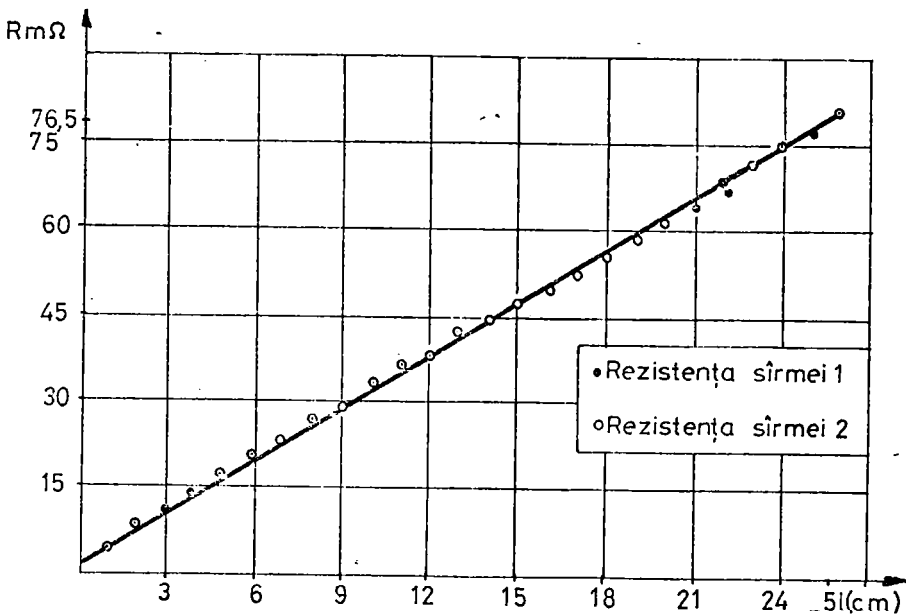


Fig. 9.25. Graficul funcției $R(l)$ (rezistență electrică funcție de lungime).

Din grafic rezultă că pentru cele două sîme rezistența electrică în funcție de lungime este aproximativ aceeași (toleranțe foarte mici) ceea ce reflectă omogenitatea și calitatea structurală a sîmăilor din care se compune aluziul sîntând pentru obținerea forței de apăsare necesară s-a proiectat

teat și executat un dispozitiv cu arc calibrat în detaliu privind
posibilitatea de strângere a sîmelor în dispozitiv, este prezenta-
tat în fig.9.26 .



Fig.9.26 .. Detaliu de prindere și
poziționare a sîmelor în vederea
măsurării rezistenței electrice
de contact.

S-au efectuat măsurători pe sîrme cu suprafață curățată
lucioasă și pe sîrme necurățate care nu au putut fi sudate elect.
prin presiune.

Rezultatul probelor este prezentat în tabelele:
Sîrme sudabile electric prin presiune.

Tabelul 9.4.

Proba 1	F	daN	10	20	40	60	80	100	120	140
	R	mΩ	26	14	12	10	9,5	9	9	9

Tabelul 9.5.

Proba 2	F	daN	10	20	40	60	80	100	120	140
	R	mΩ	22	14	13	13	12	11	11	11

Tabelul 9.6

Proba 3	F daN	10	20	40	60	80	100	120	140
R	mΩ	22	13	11	10	10	11	10	10

Graficul $R(F)$ rezistență electrică de contact la rece, în funcție de forța de apăsare pentru probele 1,2,3 sînt prezentate în figurile 9.27, 9.28, 9.29.

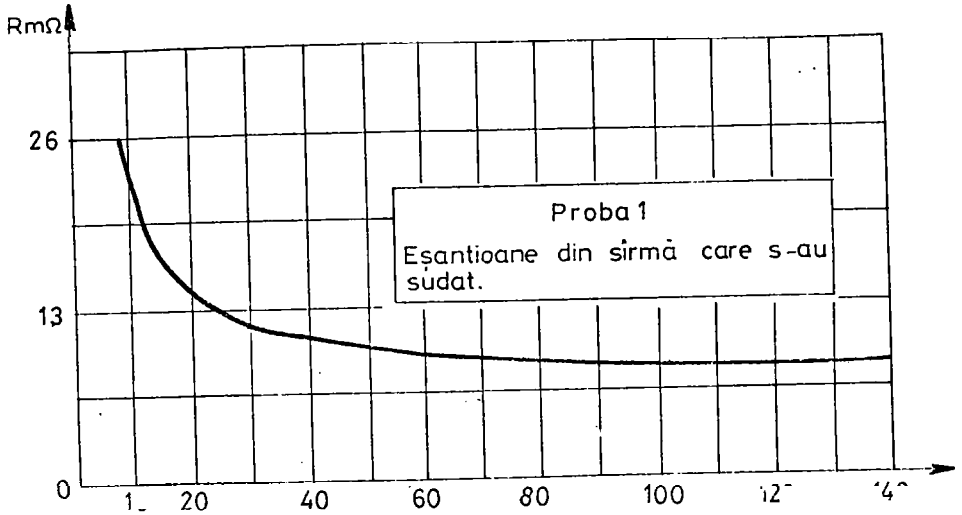


Fig.9.27. Graficul rezistenței electrice de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba 1.

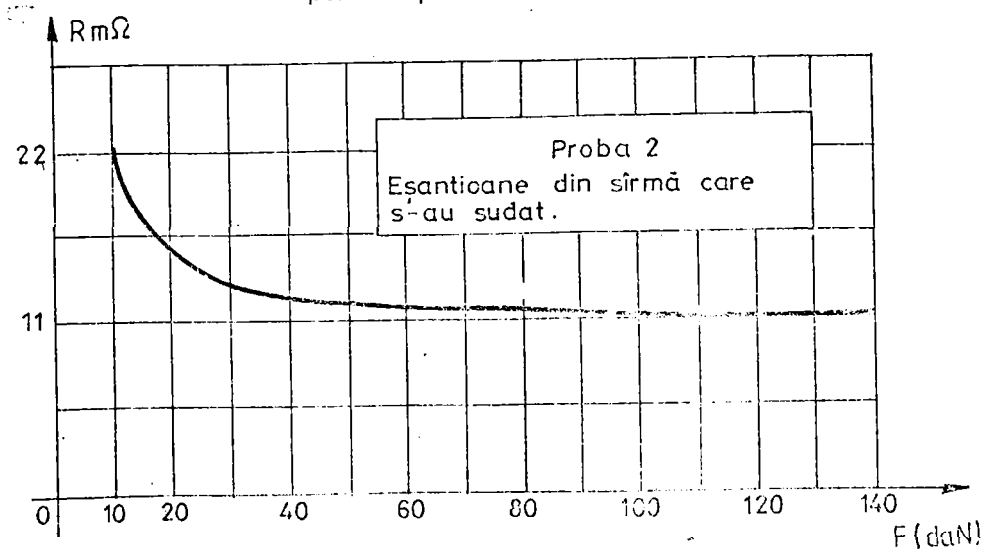


Fig.9.28. Graficul rezistenței electrice de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba 2.

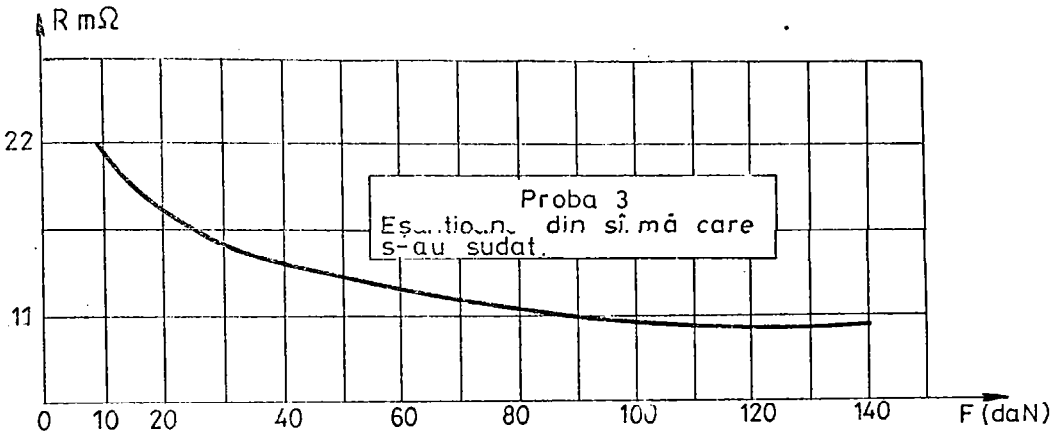


Fig.9.29 . Graficul rezistenței electrice de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba 3 .

Din analiza graficelor de mai sus rezultă că după atingerea unei forțe de apăsare de circa **75..80 daN** rezistența electrică de contact la rece devine practic constantă. Deci, forța de apăsare nu trebuie să fie mai mare de 80 daN pentru obținerea în bune condițiuni a punctului sudat. Pentru eșantioanele din sîmă care nu s-au sudat electric prin presiune, datorită suprafețelor oxidate, rezultatul probelor este prezentat în tabelule și graficele din fig.9.30, 9.31, 9.32.

Tabelul 9.7.

Proba 4	F daN	10	20	40	60	80	100	120	140
	R mΩ	60	59	55	46,5	45	44	44	43,5

Tabelul 9.8.

Proba 5	F daN	10	20	40	60	80	100	120	140
	R mΩ	42	37	35	33	31	29	23	27

Tabelul 9.9.

Proba 6	F daN	10	20	40	60	80	100	120	140
	R mΩ	43	35	32	29	23	27	26	26

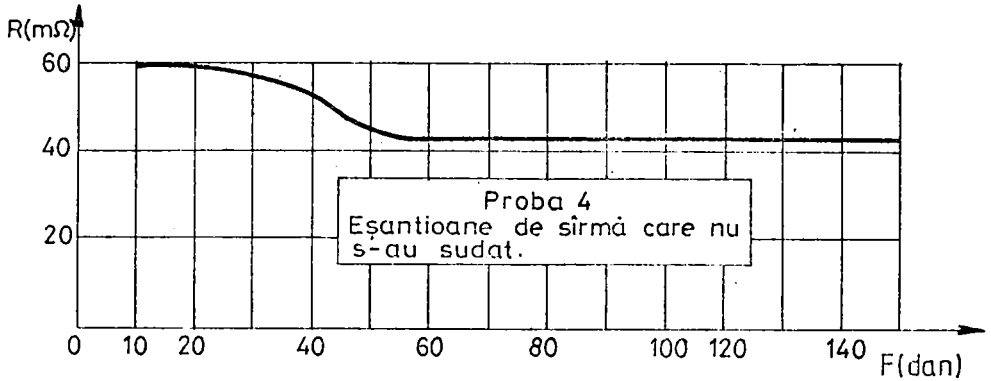


Fig. 9.30. Graficul rezistenței de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba nr. 4 (eșantioane de sîrmă nesudabile electric prin presiune).

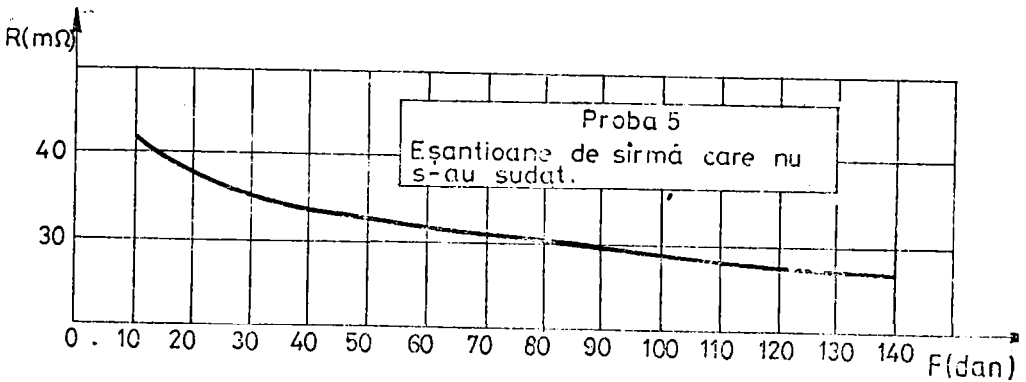


Fig. 9.31. Graficul rezistenței electrice de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba nr. 5 (eșantioane de sîrmă nesudabile prin presiune).

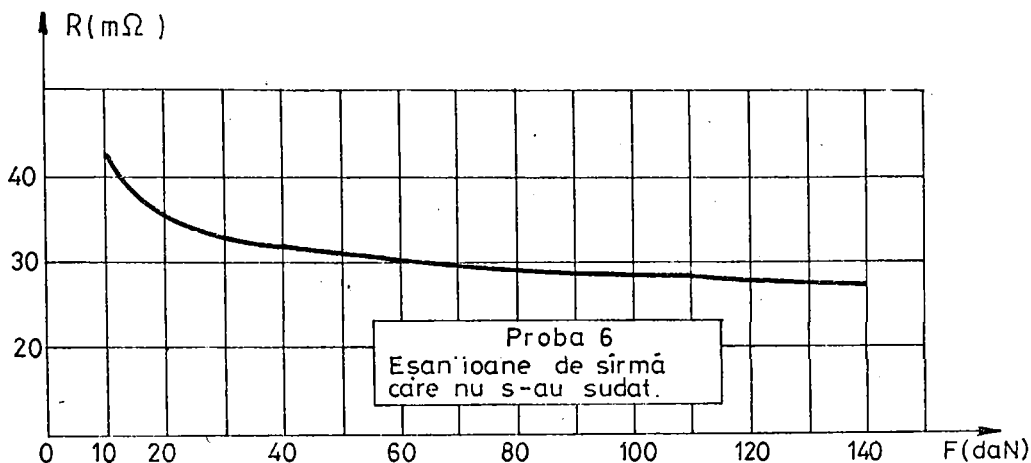


Fig. 9.32. Graficul rezistenței electrice de contact la rece în funcție de forța de apăsare pentru proba 6 (eșantioane de sîrmă nesudabilă prin presiune).

Forța de apăsare pentru proba nr.6 (eșantioane de sîrmă nesudabilă electric prin presiune).

Se remarcă o rezistență electrică de circa (2,5...3) ori mai mare pentru sîmțele care nu se sudează în raport cu rezistența electrică a sîmțelor care se sudează. Deci, măsurători apriorice ale rezistențelor de contact ale sîmțelor ce urmează a fi utilizate la fabricația filtrelor indică dacă sîmțele pot sau nu pot fi sudate electric prin presiune.

9.3. Cercetări experimentale privind uzura la coroziune efectuate în laborator.

S-au efectuat experimentări de coroziune în HCl 15% timp de $n=4$ ore la 20°C , asupra unui element filtrant cu masa inițială $m_i = 42,3266 \text{ g}$, masa finală a rezultat $m_f = 42,2644 \text{ g}$.

$$\begin{aligned} \text{Deci, pierderea de masă } \Delta m &= m_i - m_f = 42,3266 - 42,2644 = \\ &= 0,0622 \text{ g} \end{aligned}$$

Densitatea oțelului inoxidabil austenitic 2NiCr10S STAS 11923-80, este de $7,9 \text{ g/cm}^3$.

Voluunul de material inițial a fost:

$$V = \frac{m_i}{\rho} = \frac{42,3266}{7,9} = 5,3577 \text{ cm}^3$$

Lungimea de sîrmă folosită pentru elementul filtrant supus probei este:

$$l = \frac{V}{s} = \frac{5,377}{1,875 \cdot 10^{-2}} = 286,77 \text{ cm}$$

unde s - secțiunea sîrmei (cm²)

Notînd cu S - suprafața totală expusă agentului coroziv

$$S = p \cdot l = (1,5 + 2 \cdot 2,5) 286,7 = 18640,05 \text{ mm}^2$$

unde p - perimetrul triunghiului de secțiune

$$S = 186,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Pierderea specifică datorită corozionului ^{după} GOST 5272/80 (P) este:

$$P = \frac{\Delta m}{n s} = \frac{0,0622}{4 \cdot 186,4 \cdot 10^{-4}} = 0,86 \text{ g/m}^2 \text{ h}$$

Se cunoaște că pentru oțelul grad C75 (mărcile 3Mn14; STAS 791-80; 43MoKrl6 STAS 3189-80) supus acclorant condiții (MSL 15 g la 20°C) pierderea specifică datorată corozionii este P=4,3 g/m². h.

Deci, comportamentul oțelului utilizat la filtre, în mediu coroziv este indiscutabil mult mai bun decît la oțelul grad C 75 utilizat în prezent în industria de petrol, pentru gazele cu acțiune corozivă.

Testele de corodare cu continuat cu introducerea elementului filtrant în 700 cm³ apă sărată (5 % NaCl) la temperatura de 50°C și menținerea lui timp de 222 ore.

Pierderea de masă $\Delta m = 42,2641 - 42,2633 = 0,0021 \text{ g}$

Pierderea specifică datorată corozionii în apa sărată la temperatura de 50°C:

$$P = \frac{\Delta m}{n s} = \frac{0,0021}{222 \cdot 186,4 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ g/m}^2 \text{ h}$$

o pierdere specifică cu totul nesemnificativă.

9.4. Probe de muncă pe stand

Probele au fost efectuate pe filtre cu diametrul de 3 1/2 inch (88,9 mm) montate pe un stand (fig.9.29), pe care se stabilește în general, direcțiunea factelor și a oxiflorilor filtrației, pentru a debita aerul de țigări și să procesat

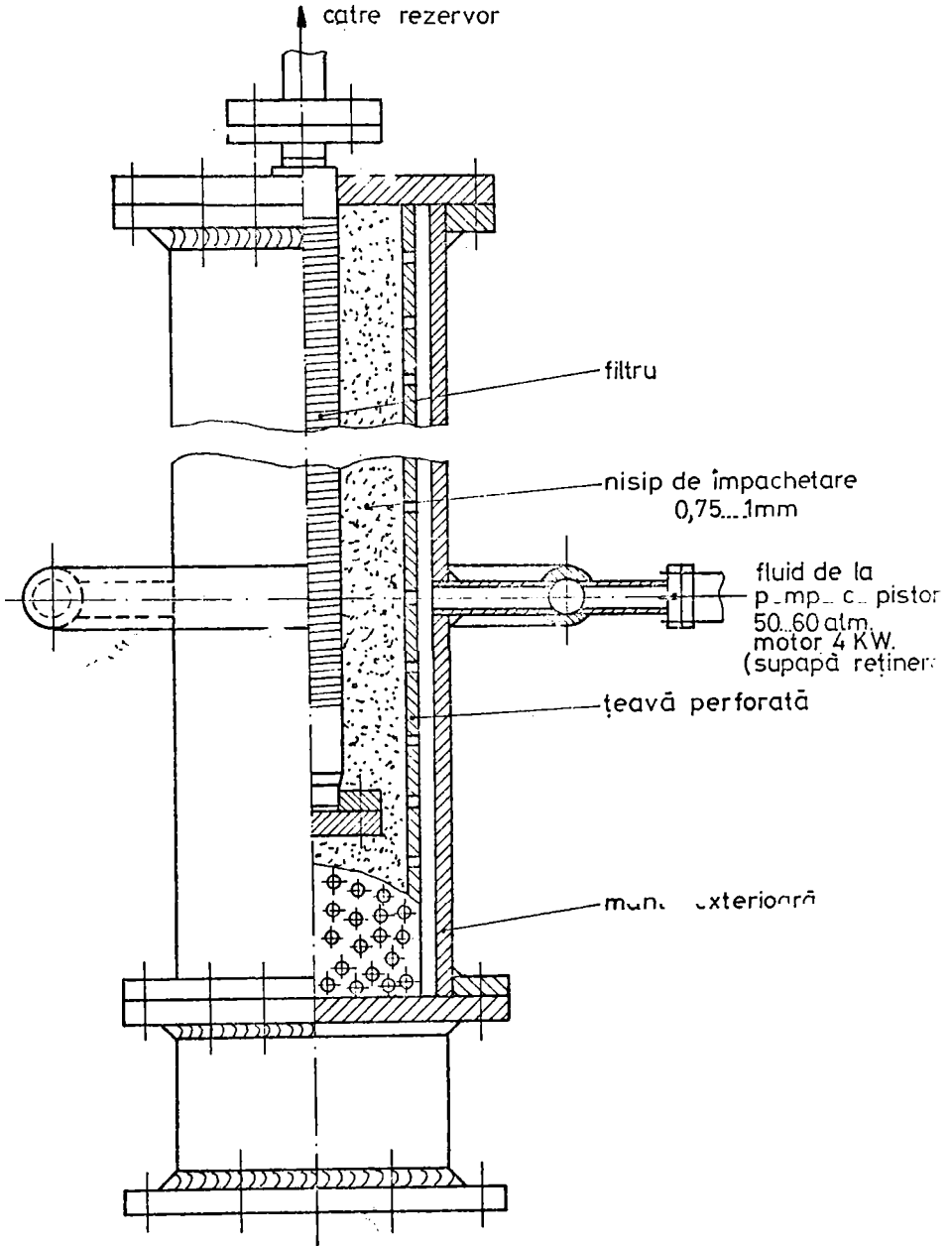


Fig. 9.33 Dispozitiv pentru încercarea filtrelor. .

minim de nisip. Țițeiul se introduce în dispozitiv, în condiții corespunzătoare condițiilor de sondă. Încercările făcute cu nisip cu grăunți de aproximativ aceeași dimensiune, au arătat că dacă deschiderea fantelor este mai mică decât de două ori diametrul grăunților de nisip, la început trece puțin nisip și apoi prin formarea de poduri de nisip la intrarea în fantă, trecerea nisipului încetează și uzura filtrului este minimă.

În cazul nisipurilor necortate, așa cum se găsesc în natură s-a observat că deschiderea fantelor trebuie să fie cel mult de două ori mai mare decât grăunții unei site, pe care ar rămâne 10 % din cantitatea de nisip de la sonda respectivă. Pentru aceasta este necesar să se facă o analiză granulometrică a nisipului din strat. Datele obținute din analiză sînt înregistrate într-un sistem de coordonate semilogaritmice pe axa absciselor se trec dimensiunile grăunților sitelor folosind o scară logaritmică și pe axa ordonatelor se trec cumulativ în procente din cantitatea întregii de nisip analizat, fracțiunile de nisip rămase pe site după cernere

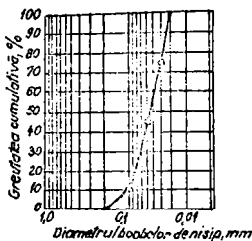


Fig. 9.34 Curbă granulometrică

Dacă din punctul deordonată, 10 % se duce o paralelă la axa absciselor, fig. 9.34, și când se întâlnește curba granulometrică perpendicular dusă din punctul de intersecție, va indica pe axa absciselor dimensiunea ochiurilor sitei, sită pe care se reține 10 % din nisipul realizat, se obține deci o bună permeabilitate și uzură minimă a filtrului datorită vitezei mici de curgere a țigțeiului.

La dimensionarea fantelor, în afară de compoziția granulometrică a nisipului, se mai ține seama și de gradul de cimentare al nisipului și de vâscozitatea țigțeiului.

Dacă nisipurile sînt cimentate, fantele pot fi lărgite fiindcă podurile nu vor mai fi formate din grăunți de nisip, ci de aglomerări mai mari de nisip cimentat. Deasemenea, fantele pot fi mai largi, dacă țigțeiul este vâscos.

Afară de factorii precedenți, la dimensionarea fantelor trebuie să se țină seama de temperatura și presiunea de fund a

soadei, cum și de cantitatea de gaze care intră în sondă odată cu țigeliul. Încercările efectuate în laborator și pe câmpier au arătat importanța deosebită a operațiunii de împachetare cu nisip a filtrului, operație care limitează acțiunea erozivă a fluidului, filtrul fiind supus numai acțiunii corozive a țigeliului și apelor de zăcănit.

9.4.1. Construcție stand

Deschiderea fantelor și în general, a orificiilor filtrelor se poate determina prin încercările de laborator într-un dispozitiv special (fig.9.33), în care se studiază comportarea filtrelor cu diferite deschideri, față de nisipul din stratul ce urmează să fie tubat.

Dispozitivul se compune dintr-o bucată de burlean cu diametrul 10 inch (254 mm), cu lungimea de 3,5 - 4 m. În interiorul burleanului se introduce o țevă perforată cu diametrul exterior mai mic cu 50 mm decât diametrul interior al burleanului, care are pe toată lungimea săguri cu diametrul de 10 mm.

În interiorul acestei țevi, se introduce filtrul 3 care urmează a fi încercat. La capătul superior al filtrului se montează o supapă de reținere. Între filtra și țevă se introduce nisip de împachetare și se tasează cât mai bine (operațiunea de împachetare cu nisip a filtrului). Țigeliul se introduce în dispozitiv prin intermediul unei pompe cu piston ce poate produce o presiune de 50 atm., acționată de un motor electric de 4KW.

9.4.2. Concluziile lucrărilor

Ca rezultat al experimentului se pot da următoarele indicații privind construcția și realizarea filtrelor.

În cazul nisipurilor bine cimentate se pot folosi burleane perforate cu săguri cu diametrul de 2,5...3 mm și mai mari, la un număr de săguri pe metru lungime de burlean de 200...240.

În cazul nisipurilor mai slab cimentate care pot dezapege, se recomandă folosirea orificiilor cu diametrul de 4,5...6,3 mm și în număr de 400...530 pe metru lungime de burlean. În cazul nisipurilor cu un coeficient de permeabilitate de 20 și pe sâr

cu găuri de 0,29 mm se recomandă găuri cu diametrul 2,4...3,4 mm și în număr de 300...1200 pe metru liniar de burlane.

Pentru un nisip curgător cu un conținut de 30-50% grăunți de nisip cu dimensiuni de grăunți mai mici decât 0,25 mm, se recomandă fante cu deschiderea de 0,5 mm.

Pentru nisip curgător cu un conținut de grăunți fini (până la 80%) se recomandă fante cu deschiderea de 0,38 mm și mai puțin, iar numărul orificiilor de trecere trebuie să fie, în limită permisă de rezistență burlanului, cât mai mare posibil, pentru ca viteza de trecere a fluidului prin orificii să fie cât mai mică.

Sporeala vitezei de trecere duce la distrugere în scurt timp a filtrului.

Viteza de trecere prin orificiile burlanelor a fluidelor provenite din scraț depinde și de viscozitatea țigăii, de temperatură, de presiunea de fund și de cantitatea de gaze care însoțesc țigăii.

10. SCHEMUL UNEI UNITATI INDUSTRIALE PENTRU REALIZAREA FILTRULOR

10.1. Dotarea tehnico-materială

10.1.1. Date tehnologice

Unitatea industrială este destinată realizării gamei tipodimensională de filtre (2 3/8; 2 7/8 și 3 1/2) într-un volum de 200 bucăți/an din fiecare tip.

Selecția constructivă adoptată pentru filtrele cu suport de țevă perforată la interior prezintă următoarele avantaje:

- elementele de filtrare se pot realiza independente de țeava de suport;
- filtrul se poate realiza din mai multe elemente de filtrare îmbinate între ele prin inele de legătură;
- utilizarea aceluiași profil de sârmă atât pentru generatoare cât și pentru înfășurătoare simplifică fabricația;
- în cazul deteriorării în funcționare a unui sau mai multor elemente de filtrare, este posibilă recondiționarea prin înlocuirea elementelor defecte în întregime sau parțial.

Problemele tehnologice majore care trebuie rezolvate sînt următoarele:

- executarea elementelor de filtrare;
- găurirea și prelucrarea țevilor suport;
- executarea inelelor de capăt și a inelelor de legătură;
- asamblarea filtrelor.

a) Executarea elementelor de filtrare se realizează cu ajutorul mașinii agregat N.A.D.P.4. a cărei schemă de principiu este prezentată în fig. 3.3. Acest tip permite obținerea în bune condiții a elementelor de filtrare cu lungimea de 1500 mm.

Pentru acoperirea gamei tipodimensionale sînt necesare două mașini de acest tip.

b) Găurirea și prelucrarea țevilor suport

Nevoia mare de sîrmă pe unitate de lungime (ca 200 găuri/minut) și necesitatea realizării unei suprafețe curate la interior (fără așchii sau maguri cauzate de la operația de găurire) a impus utilizarea mașinii de tipul N.A.D.P.4.

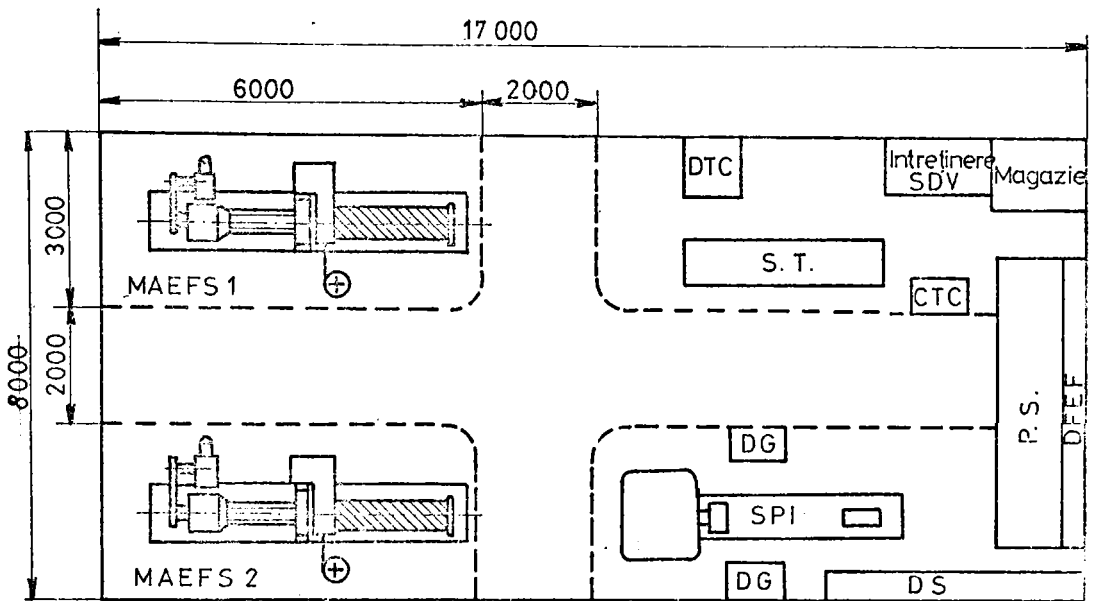


Fig. 10.1 Schema amplasării utilajelor într-o unitate industrială pentru execuția filtrelor sudate.

LEGENDA :

- MAEFS —Mașina agregat pentru executat elemente filtrante.
- DTC —Dispozitiv tăiere capete elemente filtrare.
- ST —Strung BN 402.
- PS —Zona de asamblare filtre (sudat inele).
- DG —Dispozitiv de găurit țevă.
- SPI —Prelucrare la interior țevi (strung)
- DS —Depozit semifabricate.
- DFEF —Depozit filtre și elemente filtrare.

Folosește un dispozitiv de găurit multiax, iar prelucrarea la interior se face cu o dinelă.

Realizarea filtrelor la capete se realizează pe strunguri specializate.

c) Executarea inelelor de capăt și a inelelor de legătură este operații de strunjire obișnuite.

d) Montajul filtrelor implică următoarele operații:

- pregătirea capetelor elementelor de filtrare;
- sudarea inelelor de capăt și de legătură de elementele de filtrare;
- introducerea elementelor de filtrare pe țevă;
- sudarea inelelor de capăt de țevă suport.

Ținând seama de configurația și dimensiunile îmbinărilor precum și de volumul producției se apreciază că procedeul cel mai indicat este sudarea PE sau MIG (pentru sudarea inelelor de capăt și de legatură cu elementele filtrante).

10.1.2. Stabilirea utilajelor necesare și evaluarea lor

Ținând seama de cele precizate anterior privind operațiile tehnologice care trebuie realizate, lista dotărilor pentru executarea filtrelor este următoarea:

- mașină agregat pentru executarea elementelor de filtrare (MAGS) realizată în țară.....2 buc
- dispozitiv pentru găurirea țevilor (DG).....2 buc.
- strung universal adaptat pentru prelucrarea la interior (S.U.I.).....1 buc.
- dispozitiv cu disc abraziv pentru tăiat capetele elementelor de filtrare.(DIO).....1 buc.
- surse pentru sudare MIG(ME).....1 buc.

Schemă de amplasare a acestor utilaje este prezentată

în figura 10.1.

10.2. Caracteristicile tehnice ale principalelor utilaje din fabrică

Utilajul nr. 1 este constituit din mașina agregat pentru executarea elementelor de filtrare MAGS.

Pe baza schemei de principiu din fig.9.3. s-a realizat pagina prezentată în fig. (3.4. și 3.5.).

- Pagina este realizată din două subansamble de bază:
- dispozitivul de înfășurare;

- unitatea de sudare electrică prin presiune.

Unitatea de sudare se realizează prin adoptarea corespunzătoare a unei mașini de sudat electric prin presiune produsă în țară.

Pe baza cercetărilor privind sudarea electrică prin presiune s-au stabilit parametrii prezentați anterior și care pot fi bine realizați de partea electrică a mașinilor RPU 16, RPU 40 cod CUBS-P 2.52102 [73].

Principalele caracteristici ale acestor mașini sînt prezentate în tabelul 10.1.

Tabelul 10.1.

Mr. crt.	Caracteristici tehnice	RPU 16.1	RPU 40
1.	Puterea nominală la DA 50 % (KVA)	16	40
2.	Tensiunea nominală de alimentare (V)	380	380
3.	Tensiunea în secundar la mers în gol (v)	3,5	4,8
4.	Reglarea curentului de sudare	contactor sincron cu tiristoare.	
5.	Forța de apăsare nominală (KN)	6	7
6.	Cădența nominală de sudare (puncte/minut)	30	30
7.	Debitul minim al apei de răcire l/min.	6	7,5
8.	Presiunea nominală a aerului (băr)	8,3	6,3
9.	Dimensiuni de gabarit (mm)	1440x150x x 2025	1440x150 x 1925
10.	Masa maximă (kg)	695	732

Analizînd aceste caracteristici, se recomandă aceste mașini, avînd în vedere o cădență de sudare de 30 puncte/minut.

Pentru realizarea înfîgurării în condiții bune, cercetările efectuate în cadrul lucrării au arătat că viteză unghiulară optimă este de 0,16 - 0,20 rot./s, ceea ce necesită pentru un filtru cu 36 stime generatoare (inv. scind) cu număr de 14-12 puncte/minut de sudat, cădență realizabilă cu aceste tipuri de mașini. Pentru utilizarea acestor mașini este necesar să analizez sarcina unei role de sudare împreună cu cîșta și să luăm în considerare cu atenție și viteză și distanța de la role la electro-

trodului superior. Așeptarea se poate realiza în orice atelier mecanică.

Electrodul inferior al mașinii se demontează și se leagă ieșirea respectivă a transformatorului la carcasa dispozitivului de înfășurare fig. 1.4.

Scelălalte utilaje din dotarea unității pentru realizarea filtrelor sînt utilaje standardizate. Pentru strunjirea inelelor se recomandă strungul S.H.402B executat de I.S.Arad, care are diametrul alezajului principal 102 mm, ceea ce permite la nevoie și prelucrarea capetelor țevilor (întrucît pot fi introduse prin arborele principal.

Deosebita, în varianta SH 402B x 3000 poate fi adoptat și pentru alezarea interiorului țevilor. Această soluție elimină necesitatea instalării unei mașini specializate pentru prelucrarea alezajelor lungi.

Dispozitivul D.F.C. pentru prelucrarea capetelor elementelor de filtrare, este de tipul celor folosite în mod curent pentru tăierea țevilor cu disc abraziv.

Pentru controlul filetelor se folosesc mijloace universale de măsurare. Controlul fantei de filtrare depune utilizarea unor cale cu dimensiuni corespunzătoare.

10.3. Possibilitatea de realizare în țară a componentelor unității de filtrare.

Toate utilajele și componentele acestora sînt fie din producție curentă a unităților specializate, fie se pot executa în unități industriale din ramura construcțiilor de mașini.

10.4. Uzura componentelor.

Componentele a căror uzură infucțează în mod hotărîtor calitatea elementului de filtrare sînt:

- piulița și șurubul conductor;
- rola de sudare;
- discul inferior de rezem;
- discul găurit de antrenare.

Uzura piuliței și a șurubului conductor influențează mărimea forței de filtrare. Această uzură se micșorează prin:

- alegerea corespunzătoare a materialelor CuSn4 pentru piulița și oțel. 35 Mo Cr 11 pentru șurub; STAS 791-90;
- utilizarea unei lubrificații corespunzătoare;

Uzura rolei de sudare se datorează atât frecării cu S.I., cât mai ales fenomenelor de eroziune electrică.

Este necesară corectarea exteriorului rolei (îndepărtarea stratului oxidat, erodat după fiecare element de filtrare executat).

Discul interior de reazem se uzază datorită frecării cu S.G. Această uzură influențează diametrul interior al filtrului. Inițial, diametrul său se realizează astfel încât, să rezulte diametrul filtrului la limite superioară. Discul se înlocuiește atunci când diametrul filtrului se apropie de limite inferioară admisă. Discul poate fi recondiționat, eventual prin sudare și prelucrare ulterioară, încărcarea se va face tot cu aliaj pe bază de cupru ca și rola.

Uzura discului găurit de antrenare influențează rezistența electrică a circuitului secundar, al transformatorului.

Dacă această rezistență specifică este peste 60 mΩ sudarea devine imposibilă.

Se recomandă utilizarea unui lubrefiant pe bază de 70 % ulci și grafit și acest disc poate fi recondiționat prin încărcare cu sudură.

Problema uzurii celorlalte elemente în mișcare se rezolvă prin metode curențe și nu necesită detalii suplimentare.

10.5. Costul investițiilor

Pentru realizarea unui atelier care să producă filtre sudate din sârmi profilată din oțel inoxidabil sînt necesare următoarele:

- o hală industrială cu dimensiuni minime 17x23x4m în valoare de600.000
- 2 strunguri SF 502.....900.000
- 2 mașini sudat electric prin presiune PFU 40.....700.000
- 2 mașini de găurit cu dispozitiv de găurit multiax.....150.000
- 2 strunguri SF 402 B x 3000.....700.000
- 1 polizor cu disc abraziv.....20.000
- 1 generator de sudare în curent continuu 125 A50.000
- SOT-uri.....500.000
- mobilier industrial și utilități diverse.....2.000

10.6. Controlul calității filtrelor

Asigurarea calității filtrelor presupune efectuarea unui control al parametrilor pe tot parcursul procesului tehnologic. Se vor puncta câteva elemente mai importante:

a- Controlul calității materialelor .

Toate materialele puse în operă vor fi însoțite de certificate de calitate privind compoziția chimică și caracteristicile mecanice.

O atenție deosebită trebuie acordată profilului sîmnei, întrucît mărirea faței este strict condiționată de lățimea sîmnei. Din acest motiv este recomandabil ca sîmna să fie profilată într-o unitate specializată, unde există posibilitatea controlării riguroase a procesului tehnologic de profilare prin laminare la rece a sîmnei.

Ideal ar fi ca după laminare să se realizeze o calibrare a sîmnei printr-o filieră.

În timpul executării elementului filtrant se vor urmări îndeosebi, următorii parametri:

- valoarea curentului de sudare (reglajul mașinii);
- durata impulsului de curenți;
- tensionarea și poziționarea corectă a sîmnei de înfășurare cu ajutorul dispozitivului de îndreptare;
- poziționarea corectă a rolei de sudare

11. STUDIUL TEHNICO-ECONOMIC SI EFICIENȚA ECONOMICĂ .

11.1. Studiul prețului de cost al unui filtru sudat realizat în țară

Studiul prețului de cost se face pentru filtru de 31/2in x 3,3m (cel mai utilizat în industria de petrol din țară) în două variante în funcție de natura materialului țevii suport pe care se montează elementul filtrant.

Varianta A

Lista de materiale necesare executării filtrului este prezentată în tabelul 11.1.

Tabelul 11.1:

Nr. crt.	Denumirea materialului	U/m	Cantit.	Preț unitar	Val.
1.	Teavă Ø 88.9x9 (inox)	kg	49	107,43	5266
2.	Sină Ø 2 mm (inox)	kg	13,3	93,97	1116
3.	Teavă Ø 103 x 9 inox	kg	5	140,34	701
4.	Electrozi Ø 2,5 mm (inox)	kg	1	220,60	220
5.	Materiale mărunte	3%			220

Manopera necesară realizării filtrului sudat este prezentată în tabelul 11.2.

Tabelul 11.2

Nr. crt.	Meseria	Retribuția ore	Or. ore	Valoarea
1.	Strungar categoria 6	14,10	20	282
2.	Băcăuș categoria 6	14,10	20	282
3.	Reglor categoria 6	14,10	20	282
4.	Sudor categoria 6	13,90	10	139
5.	C.T.S. inginer	20,00	4	80

Recapitulatia de preț este prezentată în tabelul 11.3.

Tabelul 11.3.

Specificație	%	Valoarea
Materiale directe		6223

Tabelul 11.3 -continuare

Cheltuieli transport aprovizionare	5	376
Retribuții directe		1065
Imp.+GAS asupra retrib.	33,24	354
TOTAL:		9318
Regie scoteie	85	1206
Cost complet		10524
Beneficiu	10	1052
Preț producție		11576

Deci, prețul de cost informativ al unui filtru \emptyset 3 1/2 inch x 3,3 m cu țeavă suport din oțel inox este de 11576 le

Varianta B

Se utilizează ca țeavă suport țeavă de extracție grad C 75. \emptyset 88,9 x 7 mm.

Lista de materiale se prezintă în tabelul 11.4.

Tabelul 11.4

Hr. crt.	Denumirea materialului	U/M	Cantit.	Preț unitar	valoarea
1.	Țeavă \emptyset 88,9 x 7 (țeavă extract)	kg	45	8,87	400
2.	Țeavă \emptyset 108 x 9 (inox)	kg	5	140,3	701
3.	Sîrmă \emptyset 2mm (inox)	kg	13,3	83,97	1117
4.	Electrozi \emptyset 2,5 mm (inox)	kg	1	220	220
5.	Materiale mărunte	3%			73

Manopera este aceeași ca și la varianta A.

Recapitulatia de preț este prezentată în tabelul următor:

Tabelul 11.5

Specificație	%	Valoare
Materiale directe		2511
Chelt.transp.aprov.		125
Retribuții directe		1065
Imp.=GAS asupra retrib.	33,24	354
TOTAL:		4055

Continuarea tabel

Regie secție	85	1206
Cost complet		5261
Beneficiu		526
Preț producție		5737

Prețul de cost informativ al unui filtru $\varnothing 3 \frac{1}{2}$ in $\times 3,3$ cu țevă suport din-țevă de extracție grad 0 75 este 5737 lei deci, jumătate din prețul de cost al unui filtru cu țevă din oțel inoxidabil.

Metru liniar de filtru costă în varianta A 3006 lei/m, iar varianta B, 1753 lei/m. Pe plan mondial, metru liniar de filtru costă circa 1000 dolari SUA.

11.2. Studiul eficienței economice realizate prin utilizarea acestui tip de filtru

Filtrele pentru nisip existente, nu rezolvă în mod satisfăcător prevenirea și combaterea viiturilor de nisip. Durata de eficiență a filtrelor utilizate în prezent, este de cca 3...6 luni, după care este necesară înlocuirea lor.

Pe plan mondial se utilizează în prezent, numai filtre din oțel inoxidabil cu înfășurare din sîmă profilată inoxidabilă, astfel încît să fie posibilă o deschidere a fantei de 0,15...0,75 mm, durata eficienței a acestor filtre este de minimum doi ani.

În țară după cum rezultă din datele deținute de Ministerul Petrolului există 15.600 sonde în extracție, din care 13200 în pompaj, restul de 2400 sînt în erupție sau în gazlift.

Din totalul sondelor în pompaj, 3300 sonde sînt pe structuri cu viituri de nisip, iar 1/3 din acestea, adică 1100 sonde lucrează în medii corozive.

Filtrele din oțel inoxidabil sînt utilizate numai la aceste sonde.

Deoarece la o sondă sînt necesari 1 m filtru pentru 1100 sonde, avem un necesar de:

$$1100 \times 1 = 11000 \text{ m filtru}$$

1 m filtru din oțel inoxidabil fiind pe plan internațional 1000 dolari, va rezulta o economie valutară anuală de:

$$11000 \times 1000 = 11.000.000 \text{ dolari}$$

În afara de aceste economii trebuie să ținem cont că anual se execută în industria de petrol din țara noastră un număr foarte mare de operații de combatere a nisipului, aproximativ 500 operații pe an din care cea 400 operații de injecții de nisip + filtre.

Creșterea coeficientului de reușită al operației cu circa 50 % ar reduce numărul de operații anual cu aproximativ 100 operații, obținându-se economii de circa 100×70.000 lei/operatie = 7.000.000 lei/an

Schimbarea unui filtru este o operație ce durează circa 6 zile, iar producția medie în țară este de 1,5 tone țiței/zi la o sondă. Prețul de cost mediu al tonnei de țiței este 823 lei. Rezultă deci, o pierdere de producție de țiței, din cauza intervențiilor de scoatere și înlocuire a filtrelor; de circa:
 $100 \text{ operații} \times 6 \text{ zile/operatie} \times 1,5 \text{ tone/zi} \times 823 \text{ lei/tonă} =$
 $= 740.700 \text{ lei}$

Eficiența economică informativă este deci,

$$7.000.000 + 740.700 = 7.740.700 \text{ lei/an}$$

Realizarea și utilizarea filtrelor sudate din oțel inoxidabil duc la importante economii valutare, la îmbunătățirea condițiilor de exploatare a sondelor de țiței și gaze și la economii de fonduri bănești prin reducerea numărului de lucrări de intervenții la sonde.

12. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUTII ORIGINALE SI PROBLEME DE VIITOR

Teza de doctorat cuprinde rezultatul studiilor și cercetărilor desfășurate de autor pe o perioadă de circa 6 ani în domeniile cercetării fundamentale și aplicative privind sudarea electrică prin presiune.

În baza lucrării elaborate, se pot preciza următoarele concluzii finale, concluzii privind contribuțiile originale și recomandările pentru viitor.

12.1. Concluzii finale

12.1.1. În vederea realizării filtrelor sudate din oțel inoxidabil se recomandă utilizarea cu precădere a procedurii de sudare electrică prin presiune în curent alternativ prin impulsuri de curent, procedeul fiind utilizat în curent la uzinele cu profil construcției de mașini din țara noastră.

12.1.2. Pentru realizarea filtrelor cu fante perfect uniforme, este necesar ca după obținerea profilului triunghiular al sîmlei prin laminare la rece, cu ajutorul rozelor special profilate, să se tragă sîma profilată prin filiere de calibrare.

12.1.3. Pe baza experimentelor efectuate se desprind următoarele concluzii:

- în cazul nisipurilor bine cimentate se pot folosi burleane perforate cu găuri avînd diametrul de 9,5 mm și mai mari la un număr de găuri pe metru liniar de burlean de 200-240;

- pentru nisipurile cu un refuz de peste 20 % pe sîmă cu găuri de 0,295 mm se recomandă găuri cu diametrul 2,5 - 3,4 mm și în număr de 800 -1200 pe metru liniar de burlean;

- la nisipuri curgătoare cu un conținut de igrăși fini (pînă la 30 %) se recomandă fante cu deschiderea 0,30 mm și mai puțin, iar numărul orificiilor de trecere, trebuie să fie în limita permisă de rezistența burleanului, cît mai mare posibil, pentru ca viteza de trecere a fluidului prin orificii să fie cît mai mică.

În urma verificării de laborator s-a constatat că, pentru un anumit timp de filtrare, rezultă deci, o anumită

însoțită de o probă care prezintă operațiunea de împachetare corectă a filtrului cu nisip.

12.2. Descrierea originală

După cum s-a arătat la introducere, partea I-a (cap.1-3) a lucrării cuprinde materialul bibliografic utilizat în scopul clasificării și rezolvării fundamentale privind mediul în care lucrează filtrele și tehnologia actuală în construcția și utilizarea filtrelor în stațiile de apă în țară, în vederea elaborării unei instalații de realizarea unitar realizarea filtrelor sudate și a programului de lucru. Alături, iar în partea II-a (cap.4-11) sunt prezentate o serie de soluții originale care constituie revendicări tehnice științifice ale autorului. Din acestea se evidențiază:

12.2.1. În domeniul caracteristicilor fundamentale

a) Abordarea complexă a problemei realizării filtrelor sudate pentru sondele cu viituri de nisip din oțel inoxidabil, rezolvarea corectitudinii cerințelor actuale, privind materialele utilizate la construcția filtrelor pentru reținerea nisipului din sonde.

b) De baza analizei critice a formelor constructive, materialelor și tehnologiei de fabricație s-a conceput un nou model de filtru din oțel inoxidabil, care corespunde optim condițiilor de exploatare din sondele cu medii agresive din țară. Filtrul face parte din categoria filtrelor cu element filtrant obținut din sursă de oțel inoxidabil austenitic cu profil triunghi isoscel;

c) Stabilirea prin calcul a cimpului termic și a intensității impulsului de curent necesar efectuării sudurii. Impulsul de curent minim trebuie să fie 3.550 A în 0,12 s;

d) Studiul asupra procesului termic la sudarea prin puncte prin impulsul de curent a elementului filtrant, concluzionându-se că asupra cantității de căldură cât și asupra vitezei de introducere a acesteia în punctul ce urmează a fi sudat influențează, în primul rând forma curbei curentului de sudură, mărimea rezistenței întoarcere și presiunea exercitată de rola de contact.

12.2.2. În domeniul caracteristicilor aplicative

a) Cercetarea gamei de oțeluri inoxidabile austenitice ce se pot utiliza la construcția filtrului;

b) Studiul rezistențelor de contact dintre SG și SH, având în vedere deformațiile plastice la fabricările sudate obținute la sudarea electrică prin presiune, obținându-se o forță mică de apăsare de 70-80 daN;

c) Analiza comparativă a procedurilor de sudare (sudare

electrică prin presiune în curent alternativ prin impulsuri de curent, sudare electrică prin presiune în curent continuu, sudare electrică prin presiune în puncte, cu energie acumulată în câmp electrostatic) pentru realizarea în condiții optime a îmbinărilor specifice filtrelor sudate;

d) Analiza posibilităților tehnologice pentru regularizarea proceselor electrotornice la sudarea prin puncte în ipoteza gîtării curentului electric la sudarea elementelor filtrante;

e) Elabourarea schemei cinematice a mașinii agregat pentru proiectarea echipamentului mecanic, electric și electroinic;

f) Experimentarea modelelor de filtre realizate, în vederea cercetării erilității îmbinărilor sudate (examinarea metalografică și la microscopă electronică), cu această ocazie să se pută stabili usura la coroziune și eroziune;

g) Studiul și proiectarea unei unități industriale, în vederea fabricării filtrelor, care să satisfacă necesitățile industriei petroliere;

h) Conform studiului tehnico-economic, s-a putut stabili o economie de valută anuală de 16.500.000 dolari precum și importanța economică de fonduri bănești pentru reducerea numărului de lucrări de intervenții la sonde.

12.3. Probleme de viitor

12.3.1. Sînt necesare în continuare cercetări, în vederea obținerii unor mașini agregat cu randări de sudare și 112 (cca 1500 puncte/minut) pentru mărirea productivității muncii și a economicității procedurii.

12.3.2. Avînd în vedere marea gamă de tipodimensiuni pentru filtre sudate și multiplele domenii în care ele se folosesc este necesar a se asigura o fabricație centralizată pentru a se asigura cantitatea și calitatea corespunzătoare filtrelor de acest tip.

12.3.3. Este oportună elabourarea unei norme sau proiect de standard referitor la filtrele sudate și a oșii standardizate necesare industriei de petrol.

BIBLIOGRAFIE

1. Akselrod, P.A. - Kontaknaya svarca, Profteizdat, Moskva, 1962.
2. Andrescu, El., Luca, V. - Proiectarea secțiilor și fluxurilor tehnologice de sudare, Reproducția universității Brașov 1981.
3. Antonescu, I., Boarnă Cl., Dobogăh, V., Stoianvici, P., - Sudarea prin presiune, Editura tehnică, București, 1969.
4. Atanasiu, V., Puroci, A. - Extracția țigăiului - Editura tehnică, București, 1954.
5. Avram, I., Săliștean, T. - Tehnologia și utilajele procedurilor cunoscute sudurii - Editura tehnică, București, 1969.
6. Berinde, V. - Agenda sudurii - Editura tehnică, București, 1970.
7. Boros, V., Andrescu El., Popescu, N. - Tehnologia materialelor Universitatea Brașov, 1980.
8. Beth, D. - Tehnologia sudurii electrice - Editura didactică și pedagogică, București, 1967.
9. Bühne, E. - Konstruktive Gesichtspunkte der Widerstandsschweißung Berlin, Schweisstechnik, 1/1962.
10. Kraus, Fahrenbach, Widerstandsschweißen, Berlin, Springer Verlag, 1962.
11. Cassé, L. - Etude paramétrique sur la formation de point en soudeuse pour resistance de adiers de construction, soudeuse et technique connexes, Marx, Avril, 1981.
12. Căteș, G., Micloș, V. - Mașini și aparate pentru sudarea electrică, Editura tehnică, București, 1967.
13. Căteș Ion și colab. - Alegerea și utilizarea oțelurilor, Editura tehnică, București, 1984.
14. Constantinăscu, M. și colab. - Protecția anticorozivă în industria de petrol și gaze, Editura tehnică, București, 1978.
15. Constantinăscu, G. - Oțelul inoxidabil și aliajuri, Fondul de întrebunțare și utilizarea lor rațională - Oficial de informare documentară pentru aprovizionarea tehnico-materială și controlul gospodăririi fondurilor fixe, București, 1982.
16. Constantinăscu, M., Bodoc, G. - Corozivitatea și protecția anticorozivă - Editura didactică și pedagogică, București, 1987.
17. Dumitrescu, M. - Tehnologii de sudare prin presiune - Notite de curs - Institutul Politehnic București, Facultatea P.C.M., 1981.
18. Galimov, A.S. - Osnovy svarki. Bvleniia i detalizirovanie mashinostroeniia, Moskva, 1970.
19. Galimov, A.S. - Tehnologia și obținerea contactelor electrodurabile

Masghin, 1960.

20. Geru, I și colab.-Materiale metalice, structură, proprietăți utilizări - Editura tehnică, București, 1965.

21. Geru, I.- Teoria structurării a proprietăților metalelor, Editura didactică și pedagogică, București, 1960.

22. Olăra, S., Petrescu, M.-Metalurgia fizică și studiul metalelor, vol.I,II,III-Editura didactică și pedagogică, București 1953.

23. Ghiță, Gh. - Cercetări privind optimiza cu participărilor pentru sudarea cu energie imaginată în condensatoare-Teză de doctorat, Institutul Politehnic "Gheorghe V. I. Ibrăileanu", Timișoara, iulie 1967.

24. Moterăscu, O și colab.-Indreptar de metalurgie, Editura tehnică, București, 1953.

25. Mandelroft, P.T. - Les procedes de soudage-Editura Dunod Paris, 1971.

26. Nițan, Gh.-Efecte fundamentale în fizică-Editura Albertos București, 1975.

27. Tocșina, Dr., Popa, C.-Exploatarea săcămintelor de țitci-Editura tehnică, București, 1965.

28. Roachin, Dr.-Exploatarea petrolului și gazele-Editura tehnică, București, 1969.

29. Iovăneș Radu-Suporturi de laborator la unele proceselor de sudare, univencitatea Craiova, 1960.

30. Kobanov, N.F., Slapak, S.S.-Tehnologia etichet, metalice svarki, Laskva, Masghin, 1961.

31. Kocergina, A.K-Lvaska doyle dia, izdatelstvo nefti i gazov, Moskva, 1972.

32. Klavski, A.I., Canovi proiectirovanie, svarenia tely magistroidnic, Moskva, 1960.

33. Mureșan, G.R., Salote, S.S.-No condaje para resistența-Editura Dunod, Paris, 1965.

34. Lipa, M., - Sodeye a svoje svarenia, Moskva, 1966

35. Lipa, M., Malagin, S., - Odporoy svarenia v list, SSB, Bra-tskava, 1962.

36. Mandelroft, P.T., Geru, I.- Fizico-chimie metalurilor de hidrogenați-Editura didactică și pedagogică, București, 1951.

37. Mandelroft, P.T. și colab.-Metalurgia fizică și chimică-Editura didactică și pedagogică, București, 1953.

38. Mandelroft, P.T. și colab.-Metalurgia fizică și chimică-Editura didactică și pedagogică, București, 1953.

39. Miclogi, G. - Sudarea electrică prin presiune, Editura Transporturilor și Telecomunicațiilor, București, 1959.
40. Miclogi V. și colab.-Bazele proceselor de sudare, Editura didactică și pedagogică, București, 1962.
41. Moraru St., -Transformări în fabricările sudate ale oțelului Editura Facla, Timișoara, 1961.
42. Lorescès, G. - De soudage électrique par résistance et son application à la construction aéronautic, Paris, 1964.
43. Muraviev, I.M., Čmilov, A.R. -Exploatarea zincimintelor de țigăi, Editura tehnică, București 1950 (traducere din limba rusă)
44. Sam A - Tehnologia materialelor, Editura didactică și pedagogică, București, 1975.
45. Megé J.-Soudage électrique par résistance, Editura Dunod, Paris, 1969.
46. Nicolăev, G.A., -Svarka v mašinostroenie-vol.1, Moskva, 1973.
47. Niculescu, M., -Intervenții, reparații și probe de producție la sonde, editura tehnică, București 1962.
48. Faton, B.D., Lebedev, V.K., -Electrooburđovanie dlia kontaknoi svarki, Izdatelstvo mašinostroenie, Moskva, 1963.
49. Faton, B.O. -Perspectives de developement de soudage, soudage et technique connexes, nr.1-1974.
50. Pavlicenko, V.S. -Kontaknaia svarka izdatelii zashkutoi formi Izdatelstvo mašinostroenie, Moskva, 1964.
51. Popovici, Vl., Evacenko, Al -Utilajele sudării electrice, Editura didactică și pedagogică, București, 1967.
52. Popovici Vl. și colab.-Ghidul lucrărilor de sudare, tăiere și lipire - Editura scrisul românesc, Craiova, 1964.
53. Popovici, Vl., -Bilișcan, T., Igoișescu, S. -Mecanizarea și automatizarea proceselor de sudare, litografia Institutului Politehnic "Traian Vuia", Timișoara, 1975.
54. Kaseev D., și colab.-Studii și cercetări și experimentări privind stabilirea unor oțeluri acceptate pentru utilizarea în medii de H_2O și CO_2 destinate echipamentelor de la gura sondei oare să satisfacă prescripțiile API specificația GA și MODEL-01 75-contract cercetare științific 57/1961, Institutul de Petrol și Gaze Ploiești, 1961.
55. Răducanescu, A. și colab.-Aplicații practice de sudare electrică prin presiune în puncte și relief, Oficiul de Informare Documentară pentru industria construcțiilor de mașini, București, 1967.
56. Rădulescu, M. -Studii metalice - Editura didactică și pedagogică,

- gică București, 1982.
57. Rikalin, M.H. - Răscietă laplovi profeseov pri svarke Masghiz, Moskva, 1973.
58. Schuman, H. - Metalurgie fizică - Editura tehnică, București, 1982
59. Șeferian, D. - Metalurgia sudării - Institutul de documentare tehnică, București, 1971.
60. Soare, A și colab. - Ingineria sâlcămintelor de hidrocarburi volumul 1 - Editura tehnică, București 1982.
61. Sorgorov, M.H., Korvkozov, A.L., - Răscet, razineov svarki, devlenien, izdatelstvo maginostroenie, Moskva, 1969.
62. Sovăială, J., Truică, V., - Cercetări în vederea realizării filtrelor de nisip cu înfăgurare de sîmă inoxidabilă pentru sondele cu viitură de nisip - raport de față - Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Petrol și Gaze Sîmpina, noiembrie 1987.
63. Sovăială J., - Cercetări în vederea realizării filtrelor de nisip cu înfăgurare de sîmă inoxidabilă pentru sîlcămintă cu grosimi mici și viitură de nisip - raport față - Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Petrol și Gaze Sîmpina, septembrie, 1984.
64. Sovăială J., - Cercetări în vederea realizării filtrelor de nisip cu înfăgurare de sîmă inoxidabilă pentru sîlcămintă cu grosimi mici și viitură de nisip - raport față - Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Petrol și Gaze, Sîmpina, iunie, 1989.
65. Trușculescu, M., Herencia, R., - Oșpluri inoxidabile și refractare Editura Facla, Timișoara, 1983.
66. Trușculescu, M., - Studiul metalelor, editura didactică și pedagogică, București, 1977.
67. Tudoran, P. - Studiul metalelor, metalurgie fizică, și tratamente tehnice, universitatea Brașov, vol. I-II, 1980-1981.
68. Vasile, I. - Utilajul și tehnologia sudării, editura didactică și pedagogică, București, 1990.
69. x x x A.R.G. (Austria) publicații și prospecte
70. x x x Automaticeskoin svarka, colecția de reviste 1960-1980 (U.R.S.S.).
71. x x x Baker sand control (SUA) - publicații și prospecte.
72. x x x Brown-Boveri (Elveția) - publicații și prospecte
73. x x x Catalog de tehnologie și mașini de sudat electrice prin curent UT-40, ECR-ESM, Timișoara 1987.
74. x x x Electromecanica (S.U.G.A), publicații și prospecte.
75. x x x Danjupin (Suedia) - publicații și prospecte
76. x x x Jenson Industrie (S.U.A.) - publicații și prospecte
77. x x x ... -

73. x x x Bessac-Gricheim (RFG)-Publicații și prospecte
79. x x x Metalshandbook (eighth edition)-Welding and Brazing vol.6, American society metals.
80. x x x Metalshandbook (eighth edition)-Atlas of microstructures of industrial alloys, vol.7, American society for Metals.
31. x x x Resistance Handbook Annual, vol.4, American, Welding society, 1972.
82. x x x Solaky (Franța) publicații și prospecte
83. x x x Schlatter (RFG)-Publicații și prospecte
84. x x x Schlatter, Buletin 18(RFG)-Prospecte 1985
85. x x x Sondaje et techniques conexe (Franța)-Colecția de reviste 1965-1975.
86. x x x Sudarea metalelor, culegere de standarde comentate București-ILM-OTD, 1983.
87. x x x Sumitomo metal industries L.D.T. (Japonia)-Publicații și prospecte, 1983.
88. x x x Sumitomo oct y Line Pipe (Japonia)-Prospecte și publicații, 1989
89. x x x Sverochinoe proizvodstvo (URSS)-Colecția de reviste 1960-1980.
90. x x x Trislot slot tubes (SUA) - Prospecte și publicații, 1986
91. x x x Houston Well Screen (SUA)-Prospecte și publicații, 1986
92. x x x Bakerweld al Weded Screen (SUA)-Prospecte și publicații 1985.
93. x x x Tehnologii și echipamente pentru prevenirea și combaterea viiturilor de nisip specifice sondelor de gaze din Muntenia-Est Institutul de Cercetări și Proiectări Petrol și Gaze Câmpina, 1982.
94. Buletin de examinare nr.3 9060/29.05.1989 I.S.I.N. Timișoara
95. Pomier I-Electronică industrială-Editura didactică și pedagogică, București, 1972.
96. Constantin, P și colab.-Electronică industrială-Editura didactică și pedagogică, București, 1983.
97. Labunțov, V.A.-Diristoare de putere-Editura tehnică, București 1983.
98. Japachi, B.-Dispozitive semiconductor multi-funcționale, Editura tehnică, București, 1980.
99. Sporea D-Circuite optoelectrice, Editura Militară, București, 19
100. x x x Cercetări privind tehnologia de execuție a filtrelor de țevă înfășurată cu sîrmă profilată din oțel inoxidabil, Institutul de Petrol și Gaze, Ploiești, 1988.

101. Mădăcuș, C., Pantelimon, B.-Su privire la posibilitatea
înlocuirii punții Wheaton de către alustrul linear tip
I.C. pentru măsurarea rezistențelor mici și foarte mici,
Al 3-lea simpozion național de Metrologie, București
15-17 oct.1967.

102. Mădăcuș, C.-Oalistră de precizie cu scală lineară
cu o punte de rezistență cu trei brațe. Brevet de invenție
RFR nr.79120/1961.

103. Mădăcuș, V., Șovăciță, C.-Filtru și sorb filtrant, cercet
de brevet nr.130724/17.03.1969.

NOTAȚII SIMBOLICE UTILIZATE

- a - latura bazei unei piramide (microproeminențelor) (mm);
- A - valoarea momentană a suprafeței de contact..... (mm²);
- Alim - valoarea limită a suprafeței de contact..... (mm²);
- Aa - suprafața nominală ce se formează prin dimensiunile pieselor ce se ating..... (mm²);
- Ac - suprafața de contur a contactului în limita căruia se asamblează toate microcontactele elementare separate (mm²)
- ΔAr - suprafața reală de contact ce se formează prin însurșirea tuturor microcontactelor elementare..... (mm²)
- Ar - suprafața microcontactului elementar condiționată de dimensiunile și forma microproeminențelor elementare (mm²)
- b - coeficient funcție de prelucrarea suprafețelor;
- B.C.A. - baterie condensatoare auxiliare;
- B.C.D. - bloc control de încălzire baterii condensatoare;
- B.C.F. - baterie condensatoare principale;
- B.C.R.I. - bloc control, reglare încălzire baterii condensatoare;
- B.R. - bloc redactor;
- B.R.I.D. - bloc reglare încălzire-decălzire și interblocare
B.C.D. și B.C.R.I.;.....
- B.R.M. - bloc reglare, măsurare;
- B.S. - bloc de strângere;.....
- c - coeficient funcție de prelucrarea suprafețelor;
- c_d - coeficient de deschidere al filtrului pentru o lățime de fantă
- C.I. - comandă impulsuri
- D.F.B.F. - depozit filtre și elemente filtrare;
- D.G. - dispozitiv de găurit țevă;
- D.S. - depozit semifabricate;
- D.T.C. - dispozitiv tăiere capete elemente filtrare;
- E.C. - etaj comandă pentru impulsuri de sincronizare;
- E.C.S. - etaj curent sincronizat pentru dozarea exactă a energiei
în punctul sudat;
- E.M. - element măsură;
- E.P. - etaj putere;.....
- E.S.C. - etaj stabilizare în raport cu curentul;
- E.T.S. - etaj stabilizare în raport cu tensiunea;
- E.T. - etaj temporizare;
- E.V. - electroventile
- F - forța de apăsare ce acționează în contact, (N);

- f - înălțimea după deformarea plastică a plăcuțidei (mm)
- G_0 - greutatea pe metru liniar de filtru pentru o lățime a fantei de zero mm.....kg/m
- G - greutatea unui metru liniar de filtru pentru o lățime dată, fantăi..... kg/m
- i - densitatea curentului luat la suprafața nucleului punctului sudat..... A/mm²
- I.C. - etaj inițial de coborâre;
- M.A.L.P.S. - Magazin agregat pentru executat elemente filtrante;
- M.B. - material de bază;
- n - numărul de plăcuțide din contact;
- p - presiunea de suprafață de contur a contactului.... N/mm²
- P.S. - zonă de asamblare filtre (sudat înalt)
- r_{gp} - rezistența geometrică a punctului sudat (Ω)
- r_{int} - rezistența interioară a contactului (Ω)
- r_{mg} - rezistența contactului microproieciunilor (Ω)
- r_{mgo} - rezistența inițială a contactului microproieciunilor (Ω)
- Ror - rezistența chimică a inelului realizat din sâruri infuziunare.....(Ω)
- s - secțiunea metalului aplicat.....(Ω)
- s - perimetrul secțiunii aplicate.....(mm)
- S.G. - sâruri generatoare
- S.I. - sâruri infuziunare
- S.P.I. - string prelucrate la interior lași
- T.A.R.E. - transformator cu reglare a tensiunii trapec
- Th - tiristor de putere
- Th_{da} - tiristor de descărcare (D.C.I.)
- Th_{gp} - tiristor de descărcare (D.C.P.)
- Th_{ia} - tiristor de încălzire (I.C.A.)
- Th_{ip} - tiristor de încălzire (I.C.P.)
- T.T. - transformator de sudare
- r - înălțimea trunchiului de pivăniță obținut prin deformarea plastică..... (mm)
- y - lungura benzii mici - trunchiului de pivăniță, obținut în timpul de deformare plastică..... (mm)
- lungimea de optare a perimetrului T.C.
- Z.A.H. - zona de infuziune tranchiului

E.T. - număr de trecere

Δ - înălțimea medie medie a piramidei (model matematic al microproeminențelor)..... (mm)

γ - coeficient funcțional de prelucrare a suprafețelor;

ρ_{Δ} - greutatea specifică la scară microproeminențelor (N/mm^3)

ρ_{Δ} - rezistivitatea la scara microproeminențelor ($\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$)

$R_{p0.2}$ - limita de curgere a materialului (N/mm^2)

σ_{el} - rezistența la deformația materialului (N/mm^2)

σ_{po} - presiunea de tensiune pentru o lățime a fantei, zero mm (MPa)

σ_{p} - presiunea de tensiune pentru o lățime de fantă dată (MPa)

R_m - limita de rupere a materialului (N/mm^2)

θ_{M} - temperatura contactului (K)

θ_{top} - temperatura de topire a sâmbului (K)

θ_{m} - temperatura mediului ambiant (K)

SUPRAFAȚA EFECTIVĂ DE FILTRARE (sq in/foot)

ANEXA I

Dim. nom. diam. ext.	Filtre cu șifuri			Filtre cu șifuri numărul cu șifuri înfășurată (4000 comp.)			Filtre cu șifuri cu nervuri și sirmă înfășurată.			Filtre Baker - subțiri										
	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5					
1030													3,86	6,04	6,10	7,27	8,17	8,20	13,2	
1315	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,5	1,9	2,7	3,4	4,1	4,9	6,4	9,0	4,71	6,15	7,54	8,87	14,7	16,7	19,2
1680	0,3	0,4	0,8	0,3	0,4	0,7	2,6	3,4	4,2	5,0	5,1	8,0	11,2	5,30	6,82	8,48	9,87	13,1	15,9	24,8
1900	0,3	0,4	0,8	0,3	0,4	0,7	3,1	4,0	4,9	5,8	7,2	9,3	13,0	5,84	7,52	9,34	11,0	13,4	17,0	23,6
2 3/8	0,4	0,5	1,1	0,4	0,5	0,9	3,3	4,5	5,7	6,8	8,5	11,4	17,0	7,00	9,10	11,5	13,5	16,5	21,0	28,2
2 7/8	0,5	0,7	1,3	0,5	0,8	1,1	4,1	5,5	6,9	8,3	10,4	13,8	20,7	8,23	10,80	13,3	15,6	19,0	24,1	32,2
3 1/2	0,7	0,9	1,8	0,6	0,8	1,4	5,0	6,7	8,4	10,1	12,8	16,9	25,3	9,75	12,70	15,6	18,4	22,3	28,4	38,0
4	0,8	1,0	2,0	0,7	0,8	1,6	5,6	7,5	9,4	11,3	14,1	18,8	28,2	10,97	14,30	17,6	20,7	25,1	31,0	40,0
4 1/2	0,9	1,1	2,3	0,8	1,0	1,8	6,2	8,5	10,6	12,7	15,9	21,2	30,6	12,12	15,55	19,4	22,8	27,7	33,5	43,5
5	1,0	1,3	2,5	0,9	1,1	2,0	7,0	9,4	11,8	14,2	17,9	23,5	35,6	13,23	17,40	21,3	25,0	30,4	38,7	50,2
5 1/2	1,1	1,4	2,8	1,0	1,2	2,2	7,8	10,4	13,0	15,7	19,5	26,1	37,8	14,34	18,79	23,0	27,0	32,8	41,7	57,1
6 3/8	1,3	1,6	3,2	1,1	1,4	2,6	9,3	12,4	15,5	19,7	23,3	31,0	43,5	17,01	22,20	27,2	32,0	39,9	49,5	68,0
7	1,4	1,7	3,4	1,2	1,5	2,8	10,3	13,1	16,4	19,5	24,7	32,0	43,5	17,85	23,30	28,6	33,6	42,8	52,0	71,6
														0,15	0,2	0,25	0,30	0,35	0,5	0,75

Lățime fantă mm

$$1 \text{ sqin / foot} = 2115,27 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

CARACTERISTICI FILTRE SUDATE (BAKER)

ANEXA 2

Dimensiunea nominală	Diametre		Diametrul exterior al mușei	Diametrul exterior al filtelui	Număr de geuri pe piei	Mărimea găurilor	Număr de rânduri	Suprafața totală a geurilor (m ² /piei)
	inf.	ext.						
1,050	0,824	1,050	1,313	1,64	60	1/4	10	2,04
1,315	1,023	1,315	1,576	2,00	60	5/16	10	4,80
1,650	1,350	1,650	2,054	2,25	72	5/16	12	5,82
1,920	1,610	1,920	2,200	2,48	84	5/16	14	6,40
2-3/8	1,955	2,375	2,875	3,06	96	3/8	16	10,50
2 7/8	2,441	2,875	3,590	3,52	108	3/8	18	11,82
3 1/2	2,922	3,500	4,250	4,14	132	3/8	22	14,58
4	3,428	4,000	4,750	4,66	144	3/8	24	15,90
4 1/2	4,07	4,500	5,020	5,15	156	3/8	26	17,22
5	4,493	5,000	5,603	5,64	168	3/8	28	18,55
5 1/2	4,950	5,500	6,050	6,09	180	3/8	30	19,80
6 5/8	5,921	6,625	7,320	7,22	208	3/8	32	25,12
7	6,505	7,000	7,655	7,58	200	3/8	30	23,18

1lb/ft = 1485 kg/m

ANEXA 2.1. CARACTERISTICILE TEHNICE ALE ALIAGEI 100

1. Tipul aliajului: austenitic

2. Numărul standardului: ...

STAS	Conținutul	AF401	AISI	BS
3993 - 90	SA312	1.4541	304H	321 S 12
10 T100R 100	1.10 T		10.10	

3. Compoziția chimică %

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Alte elem.
0,10	2,0	1,0	0,030	0,045	17,0	9,0	-	24 5.5 C
					19,0	11,5		

4. Proprietăți fizice

Densitate specifică	kg/cm^3	7,9
Căldură specifică la	293 K	0,5 J/g K
conductivitate termică la	293 K	15 W/m K
coeficientul mediu de dilatație la	293...473 K	$17,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
	293...673 K	$18,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$
Rezistivitate electrică la	293 K	$0,73 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

5. Rezistența la coroziune

Stabil în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării interioare 1073 K. Rezistent la coroziune intermetalică.

Nu rezistă în acid clorhidric și sărurile lui.

6. Tipul de tratament termic

Parametrii

	T K	tmen. [h]	Mediu	Structur.
Recoacere	1173 1223	~ 4	aer	
Calire	1293 1343	-	aer, apă sau apă	austenit

7. Proprietăți mecanice la 293 K

Stare de tratament	Rp 0,2 [daN/mm ²]	Rm [daN/mm ²]	A5 % min	KCU [daN/cm ²]	H [daN/mm ²]
călit	20	50...75	35	8,5	130...190HB

8. Proprietăți mecanice la temperaturi ridicate

Stare de tratament	Rp 0,2/ R _L [daN/mm ²]					
	473 K	573 K	673 K	873 K	973 K	1073 K
Călit	<u>15,5</u> 13,5	<u>13,5</u> 16,7	<u>13,5</u> 15,6	<u>11,2</u> 14,7	-	-

9. Forjare

Domeniul de deformare la cald 1423...1023 K răcire în aer. După deformarea la cald este indicată punerea în soluție pentru asigurarea rezistenței la coroziune.

10. Sudarea. Este bună prin toate procedeele uzuale, cu excepția sudării cu flacără oxigaz.

11. Forme și starea de livrare.

Se livrează în table, benză, bare, șiră, țevi și semi-fabricate pentru forjare, în general, în stare tratată.

12. Domeniul de utilizare

Se întrebuintează în industria chimică, metalurgică, petrolieră, de materiale de construcții, care lucrează la temperaturi de 825...953 K sau în medii corozive.

WISA AT 20100 - Al 200 - 10 31 14 Cr 175

1. Tipul oțelului austenitic

2. Corespondențe standard:

ENIS	NOBT	SAISTOCIT	ASTOR	ATSI	BS
3943-40	14417		260N	316Ni	320 & 17
1041800175	113122	1.4571	0617.12		

3. Compoziția chimică, %

C	N	Si	S	P	Cr	Ni	Mn	Alte elem.
max.	max.	max.	max.	max.	13,5	10,5	2,0	
0,10	2,0	1,0	0,03	0,045	16,5	13,5	2,5	Ti = 5x10 ⁻²

4. Proprietăți fizice:

Greutate specifică	kg/cm ³	7,95
Caloruri specifică la 293 K	J/g K	0,50
Conductivitate termică la 293 K	W/m	15
Coeficientul de dilatare la 293...		
Rezistivitate electrică la 293 K	$\frac{\Omega \cdot m}{\Omega \cdot mm^2/m}$	16,5 ² , 17,5 ² , 18 ² 0,75

5. Rezistența la coroziune

Datorită conținutului de Ni, oțelul în comparație cu alte oțeluri similare fără Ni este rezistent la coroziunea rășii de acizi ca acidul acetic, fosforic, tartaric, cet. Prezintă rezistență la coroziune puțin puncte în mediile clorurante.

6. Tratament termic

Tipul de tratament termic	Caracteristici		Răcire	Structură
	T [°C]	t _{ten} [h]		
Oclire	1523	-	aer sau apă	austenitic
	1373	-		

7. Proprietăți mecanice la 293 K

Stare de tratament	Rp 0,2 [MPa]	Rm [MPa]	A5 [%]	KCV [kJ/cm ²]	H [kgf/mm ²]
Oclit +	22,5	50...75	40	12	130...150 HB
Revenit	-	-	-	-	-

7. Proprietăți mecanice la temperaturi ridicate

Stare de tratament	102/3 [MPa]					
	473 K	573 K	673 K	873 K	973 K	1073 K
Înit	$\frac{16,5}{13,2}$	$\frac{14,5}{17,5}$	$\frac{12,5}{16,3}$	$\frac{12,7}{15,7}$	-	-

9. Forjare

Prelucrarea la cald între 1420 K...1020 K. După deformare la cald se indică tratament de austenitizare pentru asigurarea capacității de rezistență la coroziune.

10. Sudare

Sudabilitatea după orice procedee, în absența reacției oxigen. În general, nu este necesar tratament după sudare.

11. Formă și stare de livrare

Se livrează ca table, benzi, bare, țevi, etc., fabricate pentru forjare. Livrarea se face în stare tratată.

12. Domenii de utilizare.

Se folosește la fabricarea piștilor și elementelor componente la utilajele tehnologice pentru industria chimică, metalurgică, de materiale de construcții care lucrează la temperaturi de 623°...950 K și în medii corozive.

FIȘA DE DESCRIȘIUNEA MATERIEI ȘI ALTE DATE

1. Tipul oțelului: austenitic
2. Corespundența standard:

STAS	GRUP	Verificator	AN.01	ALTE	ST
2100-195	09 02 M19M9	1.4306	2 200	3002	300115

3. Corespundența chimică

C	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Alte elem.
$\leq 0,03$	$\leq 0,2$	$\leq 1,0$	$\leq 0,03$	$\leq 0,045$	17,0	10,0	-
					20,0	12,5	

4. Proprietăți fizice

Greutate specifică	kg/dm^3	7,9
Calorimetrie specifică la	293 K	0,50 J/g K
Conductivitate termică la	293 K	15 W/m K
Coef. mediu de dilatație la	293...273 K	$16 \cdot 10^{-6} /m K$
	293...673 K	$17...18 \cdot 10^{-6} /m K$
Rezistivitatea electrică la	293 K	$0,73 \Omega \cdot mm^2/m$

5. Rezistență la coroziune

Rezistent la coroziune atmosferică și la majoritatea acizilor organici în concentrație obișnuită la HNO_3 și la concentrații mari (60%) la temperaturi înalte, la acid sulfuric și la soluții alcaline la temperatură și concentrații medii. Se dozează limitat până la 673 K, datorită coroziunii punctiforme.

6. Tratament termic

Tipul de tratament	Parametrii			Structură
	T K	t_{ten} [h]	Alinare	
Oțelire	1273	-	< 2 mm aer	Austenitic (cu
	1323	-	> 2 mm apă	resturi de ferritic)

7. Proprietăți mecanice la 293 K

Stare de tratament	R_p [daN/mm ²]	R_m [daN/mm ²]	A5 [% min]	100 [daN/cm ²]	H [daN/mm ²]
Oțelit	10	45...70	45	2,5	120...130

3. Proprietăți mecanice la temperaturi ridicate

Stare de tratament	Rp 0,2/R ₁ [daN/mm ²]				
	473 K	573 K	673 K	773 K	873 K
Ulit	11,8	10	9,9	8	
	14,5	12,7	11,6	10,7	

9. Forjare

Deformarea la cald în intervalul de temperaturi 1023...1023 K. După prelucrarea la cald se recomandă călirea de punere în soluție pentru asigurarea rezistenței la coroziune.

10. Sudare

Se suferă bine prin procedeele usuale. La construcții obișnuite nu este necesar tratament termic după sudură. La recipientii sub presiune este indicată destensivarea la 773...823 K.

11. Forme și starea de livrare.

Table, bare, câmi, țevi, semifabricate pentru forjare. Livrare în stare brutată.

12. Domenii de utilizare:

Industria chimică (acid azotic, săruri azotate anorganice, explozivi. Industria petrolieră, alimentară, farmaceutică, etc.

ANNA S.C. S.R.L. - Calea Bucuresti, Nr. 10 - Bucuresti - ROMANIA - Tel. 011 31 04 170

1. Numul ogelarii: data
2. Coordonatele standardelor:

STAN	OCUP	Merkatoff	AFOR	ANSI	BS
11890-90	03027	- 1.4435	720-J	316L	216 S 12
2.10110r 175			17-13		

3. Compozitia chimica (%)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	alte elem.
0,03	0,2,0	0,1,0	0,03	0,045	16,5	12,5	2,5	-
					13,5	15,0	3,0	

4. Proprietati fizice

Densitate specifica	. kg/dm ³	7,95
Calorura specifica la	293 K	0,50 J/g K
Conductivitatea termica la	293 K	15 W/m K
Coefficient mediu de dilatarea la	293...473 K	16,5...17,5 · 10 ⁻⁶ /m
Rezistivitate electrica la	293 ^o K	0,75 Ω mm ² /m

5. Rezistenți la coroziune

Rezistenți la coroziune atmosferică și a majorității acizilor organici în concentrații uzuale și temperaturi moderate, cu excepția acidului oxalic, formic și fosforic.

Rezistenți în atmosferă marină

6. Tratament termic

Tipul de tratament termic	Parametrii			Structură
	t h	t _{inc} [°C]	Mediu	
Calire	1323	-	acez sau apă	austenită
Revenire	1373	-	-	-

7. Proprietati mecanice la 293 K

Stare de tratament	Rp0,2 [daN/mm ²]	Rm [daN/mm ²]	A5 [% min]	KCV [daJ/cm ²]	H [daN/mm ²]
Calit	20	45...70	40	3,5	120...105HB

8. Proprietăți mecanice la temperaturi ridicate

Starea de tratament	$R_{p0,2}/\sigma_T$ [%/MPa ²]					
	473 K	573 K	673 K	873 K	973 K	1073 K
Retratat	-	-	-	-	-	-
Recopt	-	-	-	-	-	-
Călit	13,7	11,9	10,8	9,3		
	16,5	14,5	13,9	12,7		

9. Forjare

Prelucrarea la cald în intervalul 1400...1020 K, cu răcire la aer și austenitizare pentru a asigura rezistența la coroziune.

10. Sudare

Sudabilitatea bună la toate procedeele uzinale, în afara de sudarea cu fiercări oxigen.

11. Formă și stare de livrare

Table, hărți, bare, cîmă, țevi și semifabricate forjate în stare amănunțită.

12. Domenii de utilizare

Elemente componente de utilaje tehnologice care lucrează în medii puternic corozive la salinități și temperaturi ridicate în industria chimică, petrolieră, sisteme de transport, etc.