

STUDII PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SUDARE A FIBRELOR OPTICE IN MEDIU PROTECTOR DE GAZE

DINU Giorgiana, SITARU Alexandru, TALIF Ionut, BADEA Constantin
Facultatea: IMST Specializarea:Ingineria sudarii, Anul de studii:III, e-mail: petricon@yahoo.com

Conducători științifici: S.l.dr.ing. Stefan Constantin PETRICEANU, dr. ing. Constantin Dumitrasu

REZUMAT: Cercetarea analizeaza o problema importanta din lumea digitala a fibrei optice folosite in domeniul internetului, a telefoniei fixe sau mobile si a televiziunii. Avand in vedere tarile cu dezvoltare mare a retelelor de internet putem spune ca Romania este una din tarile foarte dezvoltate din acest punct de vedere , de aceea avem nevoie de noi metode pentru optimizarea imbinarilor sudate a fibrelor optice.

Lucrarea are ca scop analiza imbinarilor sudate a fibrelor optice in mediu protector de gaz inert, dar si in mediul ambiant. In concluzie, pentru o anumita combinatie de gaze si pentru o anumita concentrare se observa o imbunatatire semnificativa a calitatii optice a fibrelor sudate in mediu protector de gaze inerte.

CUVINTE CHEIE: fibra, optic, optimizare.

1. Introducere

Utilizările fibrei optice de astăzi sunt destul de numeroase. Odată cu explozia traficului de informații din cauza Internetului, a comerțului electronic, a rețelilor de calculatoare, a multimedia, a vocii, a datelor și a video, necesitatea unui mediu de transmisie cu capacitățile de bandă pentru manipularea unor astfel de cantități mari de informații este de o importanță capitală. Optica fibrei, cu o lățime de bandă relativ infinită, sa dovedit a fi soluția.[1] Cablul optic multifilar sau unifilar, are o secțiune mult mai mare decât a miezului optic prin care se propagă radiația, deoarece un cablu conține fibrele optice și acoperirile lor de protecție, unul sau mai multe elemente de fixare și rezistență, precum și o cămașă extreioară.[2] Un miez de fibra multimodala transmite mai multe moduri simultan (pentru simplificare - fascicule cu aceeasi lungime de unda). Propagarea acestor fascicule creeaza o dispersie modala, care scade semnificativ distanta si viteza maxima de transmisie. Mai simplu, semnalul se extinde in timp deoarece viteza de propagare a sa nu este aceeași pentru fiecare fascicul in parte, acestea parcurgand distante diferite intre transmitator si receptor, rezultand in unghiuri diferite de reflectie. De la inventarea sa la începutul anilor 1970, utilizarea și cererea de fibre optice au crescut enorm. Fenomenul de dispersie este practic eliminat in fibra optica monomodala care transmite doar un singur fascicul de lumina cu o lungime de unda specifica. In cazul fibrei monomodala fasciculul se transmite aproape paralel la axa fibrei.[3] Aparatului produs de Fujikura FSM 60S capul de sudare este format din doi electrozi de titan ce realizează un arc electric capabil să creeze temperatura de topire a sticlei.[4]

2. Materiale si metoda

Din punct de vedere optic principalele caracteristici constructive ale fibrelor sunt date de: profilul indexului de refracție g , care indică modul în care indicele de refracție se modifică de la axa centrală a fibrei către periferia sa; frecvența de tăiere și modurile de propagare; apertura numerică. În funcție de valorile pe care le ia profilul indexului de refracție (vezi ecuația 1) pot exista trei tipuri de fibre: $g = +\infty$ rectangular index profile - SMF, $g = 1$ triangular index profile - SMF, $g = 2$ parabolic index profile - MMF.

$$n(r) = n_2 \left[1 - \Delta \left(\frac{r}{a} \right)^g \right] \quad (1)$$

și pentru placare:

$$n(r) = n_1 = \text{const.} \quad (2)$$

unde: n_2 - indicele de refracție al miezului (ghidul de undă); Δ - diferențial pentru indicele de refracție normalizat; r - distanța față de axa centrală a fibrei [μm]; a - raza miezului [μm]; g - index de profil; n_1 indicele de refracție al placării.

Modurile sunt metode matematice și fizice de descriere a propagării undelor electromagnetice într-un mediu arbitrar. În forma matematică, teoria modurilor electromagnetice derivă din ecuațiile lui Maxwell. Un mod este o soluție permisă pentru ecuațiile lui Maxwell. Din motive de simplitate, un mod poate fi descris ca o posibilă direcție (cale) că un val de lumină va urma, de exemplu, o fibră optică. Numărul de moduri sau direcții de energie posibile care pot apărea într-o fibră variază de la una la peste o sută de mii. Exact câte moduri pot fi transportate de o fibră este determinată de proprietățile geometrice ale fibrei (dimensiunile) împreună cu parametrii optici ai fibrei. O caracteristică importantă distinctivă a diferitelor tipuri de fibre optice este frecvența normalizată (V) și numărul de moduri (N).

$$V = 2\pi \frac{a}{\lambda} NA = k \cdot a \cdot NA \quad (3)$$

unde: a - raza miezului [μm]; NA - apertură numerică; λ - lungimea de undă [μm]; k - numărul de lungimi de undă ale luminii pe 2π unități de lungime.

Numărul de moduri care pot trece prin miezul fibrei depinde de parametrul V și poate fi aproximat pentru o fibră indice pas. Numărul de moduri N este aproximat de:

$$N \approx \frac{V^2}{2} \cdot \frac{g}{g+2} \quad (4)$$

Într-o fibră cu un profil indice pas ($g = +\infty$), pentru a asigura transmiterea luminii într-un singur mod, modul fundamental, necesită $V \leq 2.405 = V_c$. O fibră care îndeplinește această cerință se numește fibră unică. Constanta $V_c = 2.405$ este valoarea X obținută atunci când modul fundamental al funcției Bessel $J_0(x)$ își face prima trecere prin zero. În acest caz, lungimea de undă poate fi calculată cu formula:

$$\lambda_c = \pi \frac{2a}{V_c} \cdot NA \quad (5)$$

Valoarea sinusoidală a unghiului de acceptare a fibrei este definită ca diafragma numerică și se calculează prin indicele de refracție al celor două materiale (miez și placare):

$$\sin(\beta) = \sqrt{n_2^2 - n_1^2} \quad (6)$$

Toți acești parametri descriși anterior, în zona unei joncțiuni, pot suferi alterări care să conducă la modificări importante ale proprietăților inițiale ale fibrei. Există două caracteristici de calitate principale, din punct de vedere optic, care sunt urmărite atât la fabricarea fibrelor optice cât și în exploatare sau după sudarea lor. Acestea sunt: pierderea (A) exprimată în [dB] și atenuarea (α) exprimată în [dB/km].

Pierdea de putere într-o fibră optică se poate calcula cu relația (semnul minus este omis intenționat):

$$A = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_2}{P_1=P_0}\right) \quad (7)$$

unde: $P_1 = P_0$ și P_2 sunt puterile optice la punctul final 2 și la începutul 1, la fibrei optice.

Atenuarea se calculează raportând pierderea la lungimea fibrei optice:

$$\alpha = \frac{10}{L} \lg\left(\frac{P_2}{P_1=P_0}\right) \quad (8)$$

unde: L - denotă lungimea optică a fibrei.

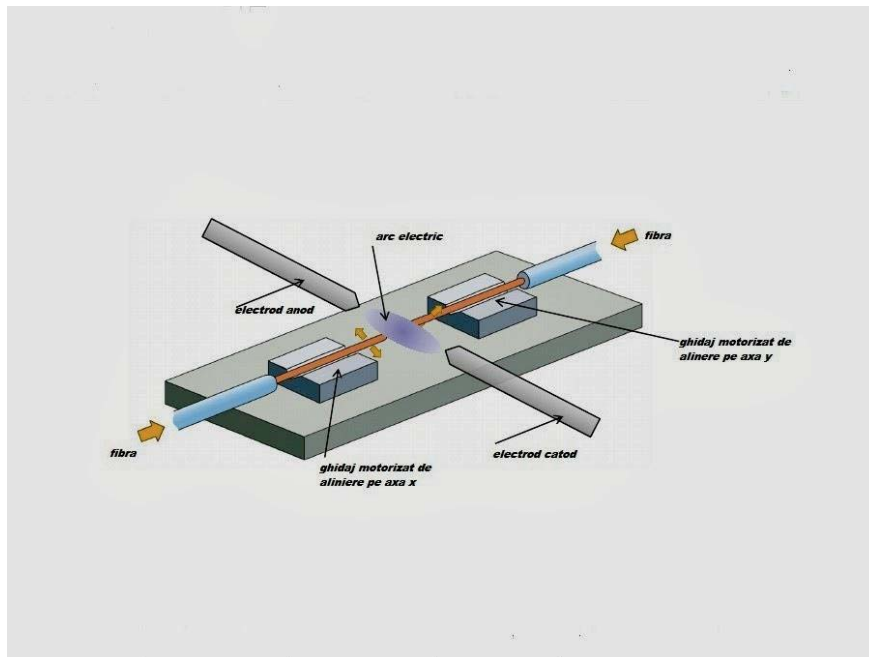


Fig.1 Schema de principiu a sudării fibrelor optice

Principiul de funcționare al aparatului este următorul: fibrele optice sunt plasate în nișe prisme triunghiulare cu auto centrare, situate strict la aceeași înălțime pe axa Oz, unde sunt fixate cu ajutorul unor opritori mobili ce se așază deasupra lor; prismele la rândul lor permit alinierea optică a capetelor fibrelor după cele două axe Ox și Oy, fiecare având posibilitatea de reglare doar după o singură axă; în faza a treia urmează apropierea electrozilor nefuzibili de tungsten

până la distanța prescrisă și inițierea arcului electric; îmbinarea sudată rezultată este testată imediat de aparat iar dacă valorile obținute nu se încadrează în limitele admise se repetă procesul.

Pentru experiment a fost utilizat un aparat de sudare de tip Fujikura FSM 60S. În vederea îmbunătățirii calității îmbinării fibrelor optice a fost elaborat un plan de experimentare care a presupus utilizarea a 3 gaze inerte: Argon pur; Corgon cu 93% Ar, 7% CO₂ și Heliu pur.

Procedura experimentală a constat din testarea comparativă a unui grup de 12 fibre optice multimod, cuprinse în același înveliș, cu proprietăți optice cât mai asemănătoare. Lungimile de undă la care au fost testate au fost 1310 [nm], 1550 [nm] și 1625 [nm]. Trei dintre ele au fost îmbinate în condiții de laborator de același operator, utilizând același aparat de sudare. Celelalte au fost sudate în atmosferă de gaz protector (câte trei pe fiecare tip de gaz) la diferite debite (10, 20 și 30 [l/min]) sub un clopot de sticlă, în laboratorul de sudare al Universității Politehnica din București. În plus procesul de sudare a fost supravegheat cu ajutorul unei camere de termografie în infraroșu pentru a înregistra distribuția temperaturilor și disiparea acesteia către zonele adiacente îmbinării.



Fig.2 Echipamentul de sudare a fibrei optice FUJIKURA 60S

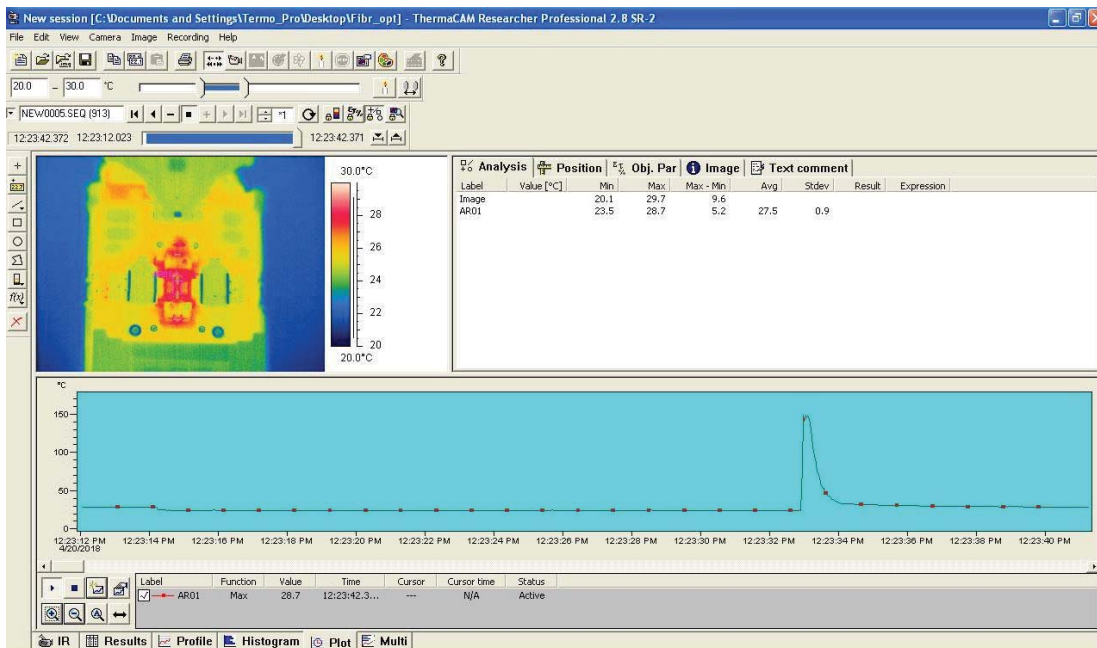


Fig.3 Temperatura maxima inregistrata cu camera termografica

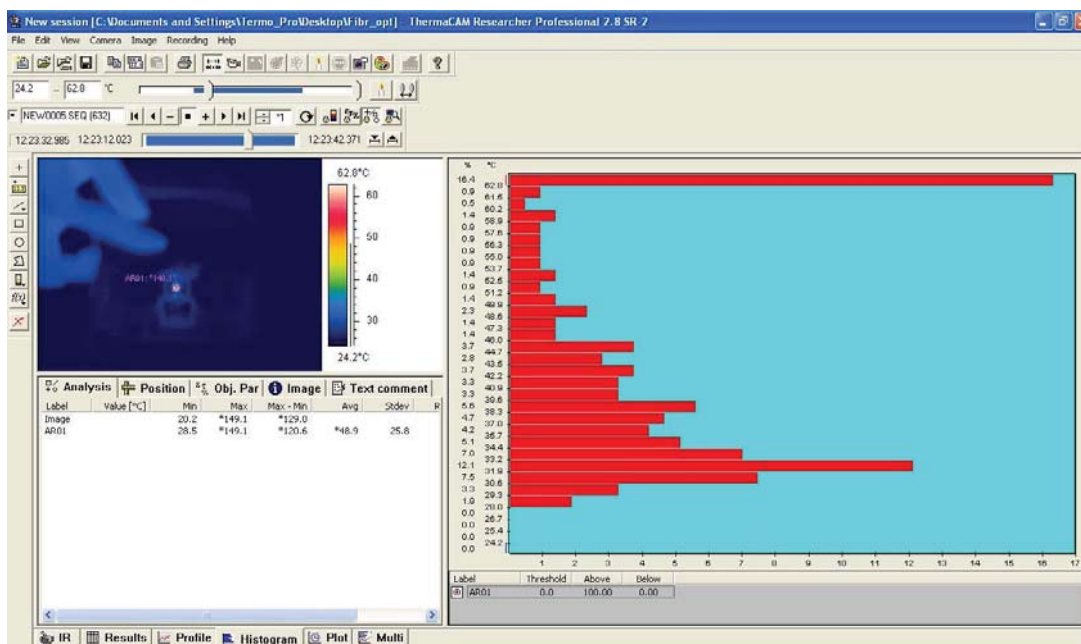


Fig.4 Variatia temperaturii in timpul procesului de sudare

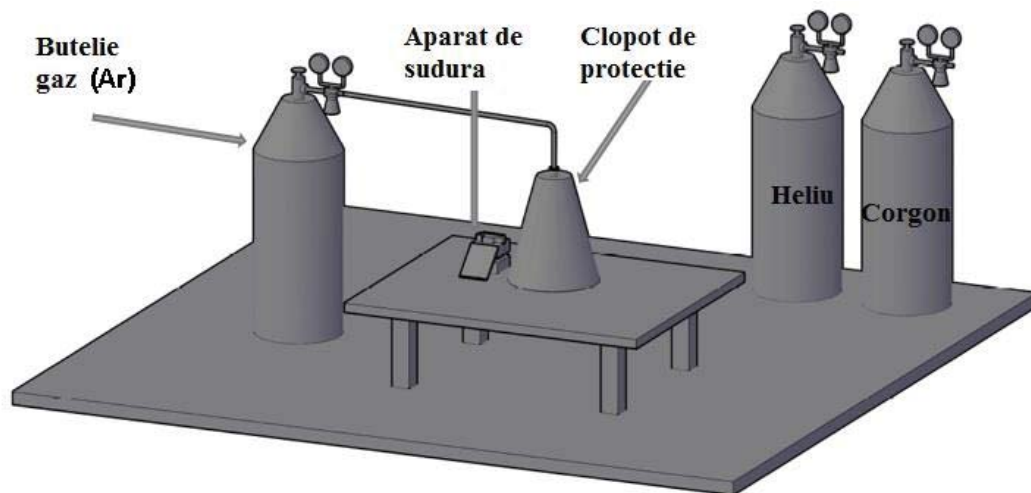


Fig. 5 Schema de principiu

3. Concluzii

La sudarea in mediu de gaz protector, heliu, aparatul nu a functionat la parametrii normali, iar imbinarea sudata nu s-a putut realiza.

In cazul sudarii fibrelor optice in mediu de gaz protector cu Argon si Corgon, nu au existat probleme la imbinarea acestora.

In concluzie, prin verificarea fibrelor optice, din cele 12 fibre doar 6 au fost realizate cu o buna calitate a imbinarii sudate.

4. Bibliografie

- [1]. Nick Massa, Fiber Optic Telecommunication , Springfield, Massachusetts, Springfield Technical Community College.
- [2]. GAFTONEANU V. Referat – “ Fibra optică și tehnologii de îmbinare a fibrelor optice” – Ciclul II de pregătire
- [3]. Petrescu T. „Fibre optice pentru telecomunicații”, Editura AGIR, București 2006
- [4]. *** <http://www.fujikura.com>, America Fujikura Ltd., Accesed on: 27.05.2009