

**Proiectarea pentru fabricație –
Design for manufacturing****2.6. Cum se poate obține căldura necesară pentru lipire?****Metode de încălzire prin radiație, radiație și convecție, conducție**

În prezentul capitol ne vom concentra pe cel mai important proces din cadrul tehnologiei de asamblare cu montare pe suprafață, cel de realizare a încălzirii. Lipirea prin retopire necesită retopirea aliajului depus mai înainte pe suprafețele ce vor fi contactate. Aliajul este continut în pasta de lipit care mai conține și flux și care, la rândul său, necesită o anumită temperatură de activare. Realizarea unei bune contactări necesită ca procesul de încălzire să se desfășoare urmând un anumit profil bine definit, numit profil termic.

Dupa modul în care se face încălzirea tehnologiile de lipire prin retopire se clasifică astfel:

- cu încălzire locală;
- cu încălzire globală.

În cazul tehnologiilor cu încălzire locală terminalele se lipesc unul câte unul, în grupuri sau toate în același timp, în funcție de modalitatea specifică de încălzire. Încălzirea se poate realiza prin:

- conducție termică;
- radiație infraroșie;
- laser;
- jet de aer fierbinte;
- rezistență;
- inducție (curenți turbionari).

În cazul încălzirii globale se face o încălzire a întregului ansamblu (cablaj imprimat, componente, pasta de lipit). Încălzirea se poate realiza prin:

- aer fierbinte;
- radiație infraroșie;
- contact cu bloc fierbinte;
- lichid fierbinte;
- vapori saturanți.

Dintre tehnicile de încălzire utilizate în prezent pentru lipirea prin retopire cele mai frecvent folosite sunt cele cu radiație infraroșie, radiație infraroșie și convecție, conducție termică și condensare.

Încălzirea prin radiație infraroșie (IR)

Acest procedeu este pe larg folosit după 1984. Constă în transferul energiei termice de la lămpi emitând radiație infraroșie la ansamblul cablaj imprimat- componente – pastă de lipit. În funcție de temperatura corpului emitătorului, lungimea de undă a radiației infraroșii poate fi între 780 nm și 1 mm (relația dintre temperatură și lungimea de undă este definită prin Legea lui Stefan – Boltzmann). Sursele de radiație IR pot fi plasate atât deasupra, cât și dedesubtul plăcii de cablaj. În cazul plasării lor numai deasupra plăcii nu se realizează și o încălzire prin convecție. Sursele de radiație pot fi focalizate, realizând o încălzire locală, sau nefocalizate, realizând o încălzire globală.

Ansamblul este încălzit în principal prin absorbția căldurii prin suprafața sa vizibilă și din această cauză, variații ale densității suportului sau umbriri datorită unor componente mai mari pot duce la apariția unor gradienti de temperatură: în unele zone vor exista temperaturi mai ridicate decât în altele. Astfel, unele componente pot fi supuse unui stres termic mai mare decât altele, deși ele au fost supuse aceluiași condiții de lipire.

Lipirea cu radiație IR este însă un procedeu foarte flexibil. Avantajele sale sunt:

- fluxul radiant poate fi ușor și precis controlat în cazul surselor focalizate;
- zonele de lipire nu sunt în contact cu sursa de căldură;
- lipirea se poate face ușor în atmosfera inertă (azot);
- în aceeași instalație de realizare și preîncălzirea și lipirea (în cazul surselor nefocalizate);
- cost relativ scăzut al echipamentelor;
- cost relativ scăzut a întreținerii.

Dezavantajele lipirii cu radiație IR:

- posibilitatea supraîncălzirii și avarierii componentelor sau suportului;
- încălzirea dependentă de materialele, configurația și culorile componentelor.

Variantele aplicării căldurii prin radiație IR:

- cu lămpi de radiație IR;

**Proiectarea pentru fabricație –
Design for manufacturing**

- cu panouri generatoare de radiații IR;
- prin radiație IR și convecție.

În procedeul de lipire cu lămpi generatoare de radiații infraroșii se folosesc tuburi cu reflector exterior sau becuri de cuarț cu reflector încorporat, cu filamente încălzite electric, de obicei, din wolfram, care generează radiații infraroșii în banda 1 – 3μm. În funcție de temperatura filamentului tubul poate fi umplut cu un gaz inert (ex: halogen) pentru prevenirea degradării filamentului. Lampile generatoare de radiație infraroșie industriale pot avea o acoperire cu aur a tubului de cuarț pentru a reflecta radiația infraroșie și a o direcționa spre zona dorită a fi încălzită. Se obține aproape o dublare a radiației care e transferată corpului de încălzit. Aurul este folosit pentru rezistența sa la oxidare și foarte buna reflectivitate a radiației IR.

În procedeul de lipire cu panouri generatoare de radiații infraroșii se folosesc structuri cu rezistențe încălzite suprapuse înglobate într-un strat reflectant și o folie radiantă (fig.2.6.1.). Avantajul utilizării plăcilor este suprafața mare de contact cu aerul, ceea ce determină ca să existe o componentă de transfer a căldurii prin convecție importantă. În general, plăcile generatoare se folosesc în instalațiile de lipire cu transfer combinat de căldură, radiație și convecție. Convecția poate fi naturală - se transportă un procent mic de căldură, sau forțată - se transportă un procent apreciabil de căldură. Instalațiile cu convecție forțată sunt în general, complexe și scumpe, dar asigură o încălzire mai rapidă a plăcilor (productivitate mai mare) și încălzirea suprafețelor „umbrite”, avantaje importante care au determinat utilizarea frecventă a procedeului.



Fig.2.6.1. Panouri generatoare de radiații IR

O instalație de lipire cu lămpi de IR cuprinde: incinta de încălzire cu sursele de IR, sistemul de transport al plăcilor, blocul de alimentare și sistemul de reglaj cu comenzi accesibile de la panou pentru realizarea profilului termic potrivit (traductoare de temperatură, blocurile de reglaj a curentului lămpilor și blocul de reglaj al vitezei de deplasare a plăcilor). Incinta de încălzire are mai multe zone, minim patru, pentru a obține profilul termic standard al lipirii prin retopire: preîncălzire, înmuiere, retopire și racire. În asemenea instalații, transferul de căldură prin convecție este redus, de regulă neglijabil. În prezent, sunt disponibile instalații cu performanțe și prețuri variate: de la cele simple, cu plasare manuală a plăcilor de dimensiuni reduse la care mobil este sistemul de încălzire, la echipamente complexe, de mare productivitate și grad înalt de automatizare. În prezent, în condițiile tehnologiei de lipire fără plumb, majoritatea acestor echipamente permit asamblarea electronică în atmosfera inertă (azot). Instalațiile sunt acoperite cu un capac iar plăcile intră și ies prin perdele, astfel că etanșeitatea nu e perfectă, dar nici nu e necesară; în interior se introduce azot cu o presiune puțin peste cea atmosferică.

Parametrii lipirii prin radiație IR:

- fluxul de energie incident, dependent de:
 - lungimea de undă;
 - forma sursei;
 - dimensiunile, forma și coeficientul de absorbție al reflectoarelor
 - coeficientul de absorbție a mediului de propagare.
- coeficientii de absorbție ai suprafețelor.

Se observă că trebuie controlați un număr mare de parametri pentru a obține un proces eficient.

Încălzire prin radiație și convecție

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

În cazul plasării surselor de radiație IR dedesubt sau deasupra și dedesubtul placilor de cablaj, apare și o încălzire prin convecție, mai ales în faza de preîncălzire. Convecția termică este un mecanism de transmitere a căldurii ce caracterizează fluidele și constă într-o deplasare ordonată de material: straturile de fluid încălzite prin conducție datorită contactului lor cu o suprafață caldă se deplasează transportând căldura în tot fluidul; în același timp straturi de fluid mai rece se deplasează în locul celor calde. Convecția termică este un fenomen complex, în general neliniar fiind de obicei însoțit de turbulență. De regulă convecția și radiația nu pot fi separate. Cantitatea de căldură care se transferă într-un fluid prin radiație și convecție depinde de gradientul de temperatură și de coeficientul de transmisie combinată convecție - radiație, α_{cr} , o constantă de material greu calculabilă dar relativ ușor de măsurat pentru produse de serie.

Convecția poate fi liberă (când mișcarea fluidului se datorează diferenței de densitate fluid cald – fluid rece) sau forțată (când fluidul este deplasat cu mijloace externe – ventilator, pompa).

Schema unei instalații de lipire cu radiație IR și convecție este prezentată în fig.2.6.1.

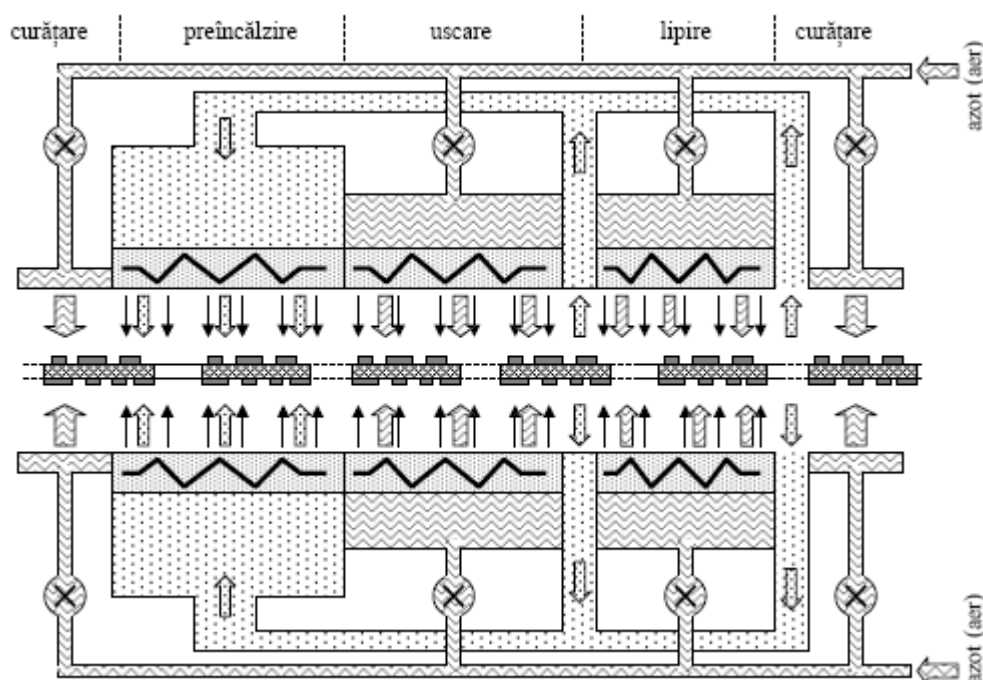


Fig.2.6.1. Schema instalației de lipire cu încălzire prin radiație IR și convecție

Pentru fiecare zonă a profilului termic sunt prevăzute plăci radiante IR cu orificii și camere de încălzire a aerului. O mare parte a aerului încălzit este recirculat pentru creșterea eficienței energetice. Accesul plăcilor în cuptor se face prin deschideri înguste acoperite cu perdele care constituie o barieră între fluidul din instalație și mediul ambiant.

Încălzirea prin conducție termică

A fost primul procedeu folosit la asamblarea componentelor cu montare pe suprafață. Conducția termică este un mod de transmitere a căldurii de la microparticula la microparticula datorită agitației termice determinând ciocnirea lor și schimbul de energie fără a presupune o mișcare ordonată de material. Conducția termică există în orice substanță independent de starea ei de agregare. În fluide conducția coexistă cu convecția și radiația (uneori), în timp ce în solide convecția este neglijabilă, radiația neexistând.

Cantitatea de căldură care se transferă într-un solid prin conducție depinde, conform legii lui Fourier, de gradientul de temperatură și de coeficientul de conductibilitate termică, λ , o constantă de material dependentă, în general, de temperatură. În cazul unidimensional, de exemplu la transferul căldurii printr-un conductor, frecvent întâlnit în electronică, pentru o putere disipată dată, P_d , diferența de temperatură dintre două suprafețe transversale este proporțională cu rezistența termică de conducție, R_{th} .

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

$$T_2 - T_1 = R_{th} P_d$$

Pentru un transfer de caldura cat mai eficient de la un corp solid la altul este necesar ca R_{th} sa fie cat mai mic, ceea ce inseamna o suprafata de contact cat mai mare.

Lipirea prin tehnica incalzirii prin conductie constă în transportul plăcilor de cablaj imprimat avand componentele SMD pe o singură față pe site metalice foarte fine în contact cu un șir de bare sau plăci încălzite electric. Temperatura barelor este astfel aleasă încât să se realizeze profilul termic cerut. Productivitatea era scăzută, iar calitatea dependentă de întreținerea mașinii și reglajul forței de apăsare. Procedul a fost abandonat sau se mai folosește foarte rar.

Un alt procedeu de lipire prin conducție termică, și care este asemănător cu lipirea cu ciocanul, este cel în care în locul varfului de lipire foloseste un cap de încălzire. Acesta are o formă potrivită care se pune în contact cu terminalele în punctele de lipire și se apasă cu o forță redusă. Nefiind aliaj pe capul de încălzire acesta se uzeaza foarte puțin.

Procedul se aplică manual folosindu-se ciocane de lipit de mică putere, termostatate. In productia industrială se folosesc capete de încălzire cu forme variate, utilizabile pentru lipirea simultană a mai multor terminale, iar procesul poate fi parțial sau complet automatizat.

Parametrii lipirii prin conducție termică sunt:

- temperatura capului de încălzire;
- durata încălzirii;
- forta de apasare.

Cu cat acești parametri sunt mai mici (dar in limitele admise), cu atat pericolul de avariere a componentelor sau cablajului sunt mai mici; in schimb, crește durata operatiei de lipire.

Incălzirea prin condensare

Prin aceasta tehnica se transfera caldura unui agent de incalzire aflat in stare de vapori unui corp solid rece prin condensarea vaporilor pe suprafata sa. Ca urmare a condensarii vaporilor se creeaza o pelicula de lichid la suprafata de separatie vapori – solid , astfel ca in continuare transferul de caldura se face prin conductie de la lichid la solid.

Agentul termic este un lichid avand punctul de fierbere egal cu punctul de topire al aliajului de lipit. Transferul energetic este foarte eficient, teoretic toate elementele ansamblului trebuie sa aiba aceeasi temperatura (transfer global) indiferent de forma, gabarit sau culoare, iar aceasta nu poate fi mai mare decat temperatura de fierbere.

Procedul se mai numeste lipire in atmosfera de vapori (*vapour phase soldering*).

Schema instalatiei de lipire in atmosfera de vapori se prezinta in fig.2.6.2.

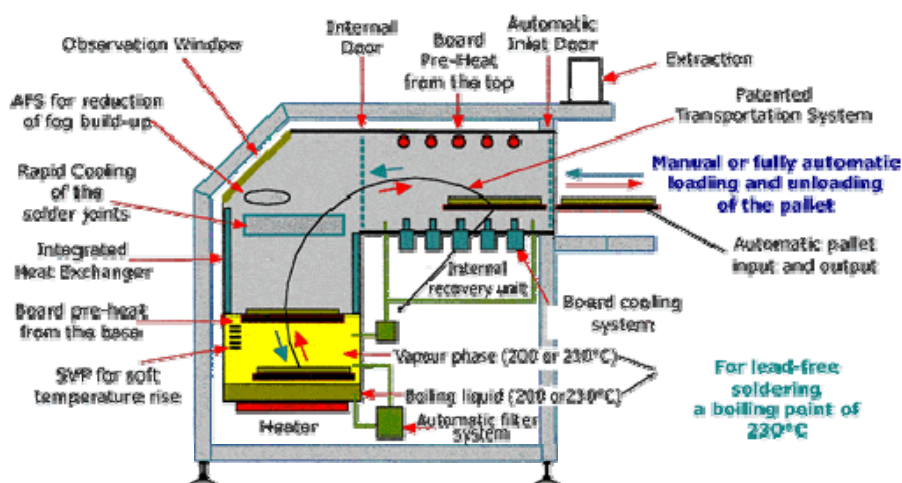


Fig.2.6.2. Instalatie pentru lipit in atmosfera de vapori

Parametrii procesului de lipire in atmosfera de vapori sunt:

**Proiectarea pentru fabricație –
Design for manufacturing**

- poziția palierului pe verticală în raport cu suprafața lichidului menținut la temperatura de fierbere;
- durata de menținere pe palier;
- cantitatea de vapori existenți în încălzi.

Se observă că trebuie controlați un număr mic de parametri pentru obținerea unui proces optim, dar lipirea în atmosfera de vapori este departe de a fi banală, dificultatea constând tocmai în gestionarea transferului termic foarte eficient al procesului.