

Depunerile prin pulverizare termica si aplicatiile acestora

**Badea Constantina- Cristina
Stancu Andrei- Cristian**

Conducător științific: **Conf. dr.ing. Claudia BORDA**

Rezumat:

Pulverizarea termică conform SR EN 657:1994 cuprinde toate procedeele în care materialele de adaos pentru pulverizare sunt aduse în stare plastică în interiorul sau în exteriorul aparatelor de pulverizare (pistol sau arzător) și apoi sunt pulverizate pe suprafața materialului de bază care nu trebuie să ajungă în stare topită.

Pulverizarea termică este un domeniu, folosit cu succes în ingineria suprafeței, datorită versatilității și gamei largi de materiale de depunere utilizate (metalice, compozite, ceramice, aliaje cu memoria formei, cermeți). Se exemplifică interdisciplinaritatea domeniului pulverizării termice și preocupările constant diversificate ale domeniului. Avantajele și dezavantajele aplicării pulverizării termice sunt prezentate, la fel și principalele organisme ce supraveghează acest domeniu.

Introducere:

Pulverizarea termică (PT) ca procedeu conex sudării, cunoaște o aplicabilitate crescută, datorită numeroaselor avantaje pe care le prezintă. În momentul actual, există ramuri industriale, în care utilizarea tehnologiilor de acoperire termică este indispensabilă, pentru obținerea caracteristicilor cerute de către beneficiari. Printre domeniile cele mai avansate, în cazul utilizării componentelor din materiale acoperite se amintesc, în special, industria aerospațială și industria de autovehicule. Există două direcții majore de cercetare și inovare în ceea ce privește acoperirile termice: obținerea de noi materiale cu caracteristici din ce în ce mai performante și utilizarea unor tehnologii de acoperire tot mai sofisticate, în vederea îmbunătățirii caracteristicilor stratului depos. În paralel sunt depuse eforturi pentru creșterea productivității, scăderea costurilor, obținerea unor tehnologii mai robuste și ecologizarea procedurii.

Cuvinte cheie: Abstract, pulverizare termica

1. Descrierea fenomenului de depunere prin pulverizare termica

Pulverizarea termica este formata dintr-un grup de procese de realizare a straturilor subtiri, in care pulberi fine, metalice sau nemetalice, sunt depuse in stare topita sau semi-topita pentru a forma un strat de acoperiri cu proprietati impuse domeniului de utilizare.

Acest procedeu modern este deosebit de metodele clasice prin posibilitatile multiple de a depune

straturi de acoperire metalice, ceramico-metalice (denumite "cermets"), ceramice si polimerice in straturi foarte subtiri, de la cele de ordinul nanometrilor pana la grosimi de ordinul milimetrilor.

Procedeu permite depunerea oricarui tip de pulbere, cu conditia ca acesta sa poata fi topit

sau sa devina plastic pe durata procesului de pulverizare.

Acoperirea se formeaza in momentul in care milioanele de particule pulverizate sunt depuse in straturi succesive. O trasatura comuna tuturor tipurilor de acoperiri obtinute prin pulverizare termica este data de structura lenticulara sau lamelara a grauntilor stratului obtinut ca rezultat al solidificarii rapide a particulelor de pulberi aplatizate ca urmare a energiei mari de impact cu substratul de depunere aflat la temperatura mult mai mica.

2. Procedeu de depunere in jet de plasma (Plasma Spraying)

Procedeu de depunere in jet de plasma este considerat cel mai versatil dintre toate procedeele de depunere prin pulverizare termica. Procesul de pulverizare in jet de plasma este desfasurat in

cele mai multe dintre cazuri in conditii de atmosfera normala si este denumit APS (Atmospheric Plasma Spray).

Mai sunt cazuri in care procesul de pulverizare termica in jet de plasma este condus in mediu controlat, utilizand in acest scop camere de vidare care sunt umplute apoi cu gaze de protectie, lucrandu-se la presiune scazuta, procedeu numit VPS sau LPPS.

I. Metoda de depunere si echipamentele utilizate pentru obtinerea straturilor de acoperire in jet de plasma

1. Descrierea procedurii

Pistolul folosit pentru pulverizarea in jet de plasma este format dintr-un anod de cupru si un catod de wolfram, ambele fiind racite cu apa. Pe durata derularii procesului, gazele utilizate: argon, azot, heliu sau hidrogen curg in jurul catodului si prin anod, care are forma unei duze. Plasma este initiata de o descarcare cu voltaj mare care determina o ionizare locala si un traseu conductiv pentru un curent electric, care sa formeze un arc intre catod si anod. Caldura determinata de acest arc face ca gazul sa ajunga la temperaturi foarte ridicate, sa disocieze si sa se ionizeze pentru a forma plasma. In spatele duzei atomii se recombina, cedand astfel o

O descriere mai amanuntita a acestui procedeu este facuta in *Capitolul III*.

cantitate imensa de caldura. In realitate, temperaturile la care poate ajunge plasma foarte mari, astfel incat in zona de topire a pulberilor se ating temperaturi de la 6.000 la 15 000°C, depasind cu mult temperatura de topire a oricarui material.

Plasma iese prin duza anodului sub forma de plasma neutra (nu este purtatoare de curent electric), fenomen ce este foarte diferit de

tehnologia de pulverizare in arc electric (proces in care arcu se extinde catre suprafata ce trebuie acoperita). In momentul in care plasma este stabilizata, gata pentru pulverizare, arcu electric se extinde in spre partea de jos a duzei, in loc sa o ia pe calea cea mai scurta catre cea mai apropiata margine a duzei anodului. Aceasta extindere a arcu este datorata unui efect termic denumit „thermal pinch effect”. Gazul rece din jurul suprafetei racita cu apa a duzei anodului fiind din punct de vedere electric non-conductiv, are un efect de „constrictie” a arcu de plasma, marindu-i astfel temperatura si viteza.

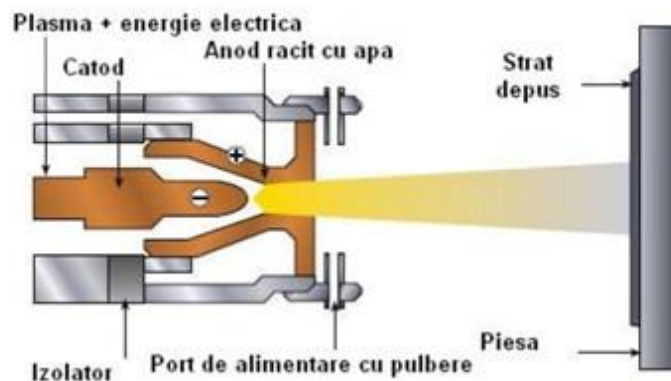


Fig. 1. Reprezentarea schematica a stratului obtinut prin pulverizare termica

Pulberea este introdusa in jetul de plasma printr-un alimentator extern de pulberi montat in apropierea iesirii duzei anodului (dupa cum se poate observa in figura 1) fiind transportata de un gaz inert, de obicei Ar. Pulberea ajunge in dreptul duzei in zona in care iese plasma si este astfel rapid incalzita si accelerata de catre jetul de plasma spre substrat.

2. *Principalii parametri tehnologici ai depunerii in jet de plasmace* influenteaza calitatea stratului depus sunt:

- Distanța de pulverizare dintre pistolul de pulverizare și suprafața substratului, ce este cuprinsă de obicei între 60 și 130 mm – influențează în principal densitatea și grosimea straturilor depuse;
- Atmosfera de lucru – se poate lucra în atmosferă protejată (în vid sau în gaz inert) sau în atmosferă normală, în aer;
- Viteza liniară a jetului de plasma relativ la substrat variază de la 50 la 2000mm/s;
- Debitul de pulbere introdusă în jetul de plasma (g/sec);
- Temperatura substratului: este un parametru foarte important, în cazul pulverizării ceramicelor pe substrat metalic din cauza tensiunilor reziduale generate, dar mai ales deoarece afectează aderența stratului depus la substrat. În general, substratul se menține la

maxim 260°C prin racire suplimentară cu flux de aer concentrat.

II. Metoda de lucru. Materiale utilizate

Prima etapă ce trebuie parcursă pentru realizarea depunerilor constă în pregătirea inelelor pe care

se va efectua depunerea. Mai întâi, inelele au fost sablate cu ajutorul instalației de sablare folosind electrocorindon tip F20, pentru ca ulterior acestea să fie curățate în baie cu ultrasunete folosind o soluție degresantă de tricloretilenă.

Pentru a putea efectua acoperirea, am realizat un dispozitiv de prindere (vezi figura 6) potrivit profilului inelelor metalice utilizate, astfel încât acestea să aibă o poziție fixă controlabilă pe durata procesului de pulverizare. Cu ajutorul acestui dispozitiv am fixat probele pe masa rotativă și le-am lotizat în loturi de câte trei, astfel încât straturile depuse pe acestea să aibă aceleași caracteristici. Unul dintre elementele de prindere al inelelor este o saibă care va fi folosită pentru testele de frecare de alunecare.



Fig. 2. Modul de fixare a probelor pe masa rotativă pentru pulverizare

Miscarea pistolului de pulverizare montat pe bratul robotizat a fost comandata printr-un program

realizat cu ajutorul softului COSIROP din dotarea bratului si consta in deplasarea cu viteza constanta pe liniile orizontale ale unui camp dreptunghiular ales astfel incat sa fie acoperite prin pulverizare cele trei inele.

. Concluzii

1. Pulverizarea in jet de plasma este un procedeu complex, care dezvolta temperaturi foarte ridicate, permitand depunerea unei game foarte mari de pulberi. Sistemul de pulverizare are ca element central pistolul de pulverizare, la nivelul caruia se produce amestecul de gaze si se genereaza jetul de plasma ce dezvolta temperaturi cuprinse intre 6000°C - 15000°C in care este injectata pulberea, aceasta fiind topita instantaneu total sau partial si accelerata ulterior catre substrat.

2. Caracteristicile straturilor pot fi variate prin modificari ale elementelor procesului (tipul gazelor, tipul pulberilor, unghiul de injectare a acestora in jetul de plasma) si a parametrilor de proces (distanța de pulverizare, atmosfera de lucru, debitul de injectare a pulberii, temperatura substratului, viteza de deplasare a pistolului fata de suprafata pe care se realizeaza pulverizarea etc)

3. Tinand cont de parametrii de pulverizare caracteristici ai instalatiei de depunere si de solicitarile la care vor trebui sa raspunda straturile depuse au fost stabiliti parametrii de lucru (prezentati in tab. 3.1), obtinandu-se cele trei tipuri de straturi: WC-Co-Cr, Ni-Al-Mo, Al₂O₃-TiO₂ cu grosimi de max. 90 μm.

4. Caracterizarea straturilor obtinute s-a efectuat prin mai multe metode: cu ajutorul microscopiei

electronice de baleiaj s-au facut observatii asupra grosimii stratului si microstructurii acestuia, cu

ajutorul difractiei de raze X s-au analizat fazele si constituentii, cu sistemul Form Talysurf Intra s-a masurat rugozitatea suprafetelor, iar cu ajutorul microtribometrului UMTR 2M-CTR s-au stabilit valorile microduritatilor si modulului Young pentru fiecare dintre cele trei straturi.

5. In imaginile de electroni secundari a fost evidentiata structura lamelara a straturilor pulverizate, mai pronuntata in cazul P2 (fapt ce influenteaza negativ coeziunea acoperirii si comportamentul la solicitari mecanice) si foarte putin vizibila in cazul P1 (caracterizata de o cristalizare a particulelor cu dimensiuni mult mai mici si cu geometrii diverse, fapt ce influenteaza pozitiv comportamentul la solicitarile caracteristice rulmentilor);

6. Prin analiza de difractie cu raze X efectuata comparativ pe pulberile utilizate si pe straturile obtinute din acestea, s-a observat aparitia unor faze noi (de tipul W₃Co₃C in cazul P1, Al₂TiO₅ in cazul P3) si a unor compusi intermetalici (de tipul AlNi, Al₃Ni₂, MoNi in cazul P2) a caror prezenta influenteaza diferit comportamentul straturilor la solicitari si dau indicii despre fenomenele fizico-chimice produse in timpul pulverizarii.

7. Dezvoltările multidisciplinare au condus la performanțele domeniului PT și la posibilitatea asigurării de depuneri calitative, conform tuturor cerințelor de asigurare a calității.

Bibliografie:

[1.] Constantin Paulin, Cătălina Axinte, Alexandru Bârcă, Petru Avram and Corneliu Munteanu, Bending behaviour investigation of WC-Co-Cr coatings applied in excavator buckets teeth, Buletinul Institutului Politehnic din Iași Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi— din Iași, Tomul LVII (LXI), Fasc. 2, 2012, Secția Construcții de Mașini;

[2.] Petrescu Doina – Stadiul actual al cercetărilor în domeniul acoperirilor prin pulverizare termică, Referat de Doctorat, Mai, 2003.

[3.] Huzum, N., Rantz, G. – Mașini și utilaje din industria constructoare de mașini, Ed. Didactică și pedagogică, București, 1978.

[4.] Popescu M. et al. (2008). Acoperiri Termice și Recondiționări. Teme experimentale, Politehnica Timisoara Publishing House, ISBN 978-973-625-623-3.

[5.] APPLICABILITY PRINCIPLES OF
THERMAL SPRAYING
<http://www.agir.ro/buletine/1001.pdf> accesat
la data 04.05.2015

Notatii:
PT- pulverizare termica