

Tehnologie „curată” de acoperire a suprafețelor, dezvoltată cu implicarea ICPE-CA

Pe fondul creșterii industriale a României, cererea pentru prelucrări ale suprafețelor, de exemplu acoperiri metalice destinate protecției sau micșorării frecărilor, este în continuă dezvoltare. Aliniindu-se acestor tendințe, proiectul „*Tehnologii inovative pentru depuneri fizice în vid bazate pe straturi subțiri, multifuncționale, nanostructurate destinate pieselor de mari dimensiuni - LargCoat*” vizează diversificarea activității productive a SC MGM STAR CONSTRUCT SRL prin realizarea, pe baza colaborării cu două colective de cercetare științifică din INCIE ICPE-CA și Universitatea POLITEHNICA București, a unui echipament original, specific, cu capacitate mare de încărcare și cu implementarea tehnologiilor optime de depuneri, cu inovații legate de realizarea subsistemelor și a ansamblului.

 Ing. fiz. Iulian Iordache, responsabil proiect ICPE-CA, șef Departament Materiale Carbo-Ceramice

Tendința pe piață este dictată de necesarul de depuneri pe suprafețe mari și de aici rezultă interesul societății către dezvoltarea unui echipament care să permită depuneri tehnologice pe piese de mari dimensiuni și productivitate sporită și transferul tehnologic al metodelor de depunere implementate pe instalații experimentale către cele industriale.

Echipamentul inovativ dezvoltat în cadrul proiectului LargCoat permite valorificarea tehnologiilor existente și în curs de cercetare prin implementarea într-o soluție tehnică ce asigură posibilitățile optime de depuneri pe diferite materiale în cazul pieselor de mari dimensiuni geometrice.

Necesitatea dezvoltării tehnologiilor „curate” de acoperire a suprafețelor

- Tehnologia propusă înlocuiește tehnologii care sunt dăunătoare mediului ambiant, cum ar fi depunerile galvanice. Tehnologia de galvanizare este foarte poluantă, atât în fazele de pregătire, cât și în procesul de galvanizare în sine. În timpul procesului de electroplacare rezultă cantități mari de emisii gazoase (vapori alcalini și de acid), emisii lichide (ape reziduale cu conținut de crom hexavalent și alți poluanți) și deșeuri solide (nămol poluant).

- Industria auto, aerospațială și militară s-au îndepărtat de placarea cu cadmiu (Cd) precum și de placarea cu crom. Totuși, aceste

industrii doresc acoperiri care sunt „verzi” și au proprietăți corozive și decorative similare cu cele ale cromului.

- Reglementarea tot mai restrictivă în privința purității aerului în zona de lucru, a efluentului de apă și a concentrației de crom hexavalent din deșeuri. Compușii hexavalenți sunt cea mai toxică formă de crom, conform Agenției de protecție a mediului din Statele Unite fiind una din cele 17 substanțe chimice toxice de înaltă prioritate. Standardul din 2012 reglementează emisia de crom la un nivel cuprins între 0,015 și 0,006 mg/dscm. În 2017, UE a adoptat o legislație care interzice

utilizarea soluțiilor cromate hexavalente pentru componentele decorative placate (The European Chemicals Agency ECHA), ce are impact asupra tuturor producătorilor finali din Europa, precum și asupra celor care exportă produse finite în UE utilizând finisaje de crom hexavalent.

Toate aceste provocări au determinat necesitatea ca industria, la nivel european și mondial, să acorde mult timp și efort pentru a găsi metode alternative, de exemplu placarea cu nichel, placarea cu aliaje, acoperirea cu crom trivalent, acoperirea cu lacuri și depunerea de straturi ceramice.

Inovația tehnologică LargCoat

Proiectul nostru se înscrie în aceste eforturi având ca obiectiv principal dezvoltarea unei tehnologii de acoperire curată prin depuneri fizice din fază de vapori pentru aplicații pe componente metalice în locul tehnologiilor tradiționale de acoperire, pentru durificarea/protecția la coroziune sau acoperiri optice/optic transparente pe piese cu suprafețe mari. Tehnologia propusă are la bază un echipament inovativ care implementează o configurație hibridă pentru obținerea de straturi subțiri și ultrasubțiri prin procese de depunere fizică în vid din faza de vapori.

Tehnologia și echipamentul dezvoltate în cadrul proiectului LargCoat își propun să

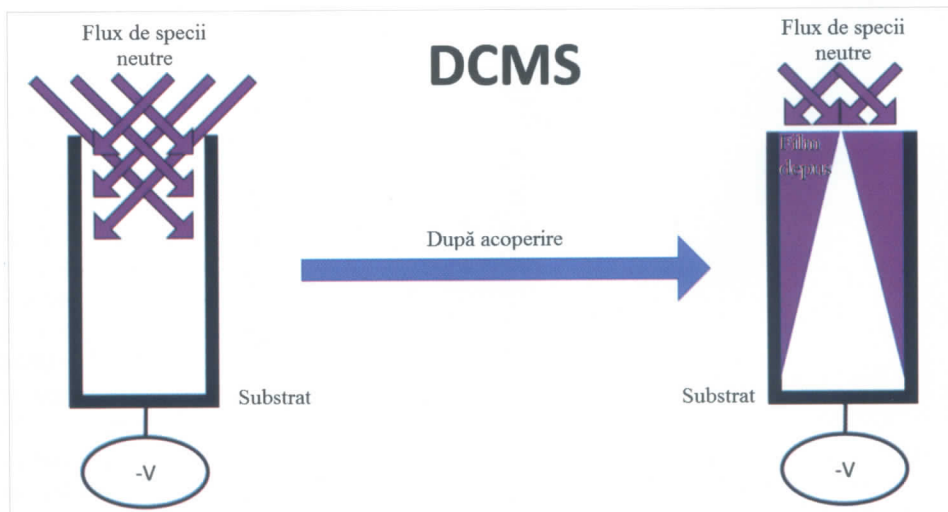


Figura 1. Rezultatul acoperirii denivelărilor cu tehnica DCMS

Înlocuiește procesul de galvanizare cu metoda de PVD (depunere fizică din fază de vapori), mult mai puțin poluantă și mult mai eficientă. Noua tehnologie constă din aplicarea unor procese, cum ar fi **pulverizarea catodică, pulverizarea catodică de tip magnetron sau depunere prin arc-catodic.**

De exemplu, în procesul de depunere de tip arc-catodic, într-o cameră cu vid înalt, un arc electric asistat sau nu de un câmp magnetic transformă un material de acoperire (titan, crom etc.) într-o „plasmă de ioni metalici”, iar materialul vaporizat se întinde pe suprafețele care urmează a fi acoperite printr-un proces de bombardare. Procesul de pulverizare catodică este precedat de curățarea-uscarea suprafețelor care trebuie acoperite. Acest proces de curățare se bazează pe lichide de curățare reciclabile, anumite lichide putând fi reciclate cu ajutorul unor rășini care reprezintă singurul deșeu la finalul acoperirii. Procesul de uscare se bazează pe un procedeu de aspirare termică, care nu generează deșeuri.

Tehnica HiPIMS (*high-power impulse magnetron sputtering*), pulverizarea magnetron în impuls de mare putere este, de asemenea, o metodă I-PVD (depunere fizică din fază de vapori ionizați) bazată pe pulverizarea catodică de tip magnetron. Filmele subțiri depuse cu impulsuri de mare putere vor avea o densitate mai mare a filmului și alte proprietăți mai bune comparativ cu filmele obținute utilizând pulverizarea catodică obișnuită de tip magnetron.

Avantajele tehnologiei HiPIMS rezultă din depunerea de filme uniforme pe substraturi cu forme complexe, permițând producerea de cantități semnificative de material pulverizat ionizat.

Filmele subțiri depuse prin tehnica HiPIMS au o rugozitate semnificativ mai scăzută și sunt extrem de cristaline chiar dacă sunt obținute și la temperatura camerei, comparativ cu pulverizarea de tip magnetron de tip DCMS (Direct Current Magnetron Sputtering) prin care partenerul industrial MGM a obținut filme cu cristallite mai mari încorporate într-o matrice amorfă.

Figura 1 arată direcția fluxului de specii neutre în DCMS. În acest caz, la intrarea în denivelare se vor acumula particule, rezultând, în cele din urmă, un film de acoperire. Astfel, pereții denivelărilor nu vor fi acoperiți în mod omogen.

Prin tehnica HiPIMS se pot forma filme cu aderență uniformă la substrat deoarece majoritatea particulelor din fluxul materialului care se depune sunt ioni ce pot fi atrași de o denivelare a substratului pus la un potențial de bias negativ sau chiar împământat, așa cum se arată în figura 2.

Unul dintre obiectivele acestui proiect este de a realiza o instalație destinată implementării metodelor inovative pentru filmele subțiri obținute prin tehnica HiPIMS, care va fi utilizată pentru a studia diferitele proprietăți ale filmelor subțiri depuse cu HiPIMS și pentru a realiza acoperiri performante destinate pieței de înaltă tehnicitate din Europa și din lume.

Soluția optimă este reprezentată de proiectarea și execuția *in house* a unei astfel de instalații, bazându-se pe experiența acumulată, istoricul dezvoltării propriilor echipamente și sprijinul partenerilor din cercetare. Elementul central este reprezentat de incinta de vid, în care are loc depunerea controlată de material pe piesă, sub acțiunea câmpului stabilit între anod și catod.

Elementele inovative ale instalației con-

stau în: dimensiunea camerei, sistemele de deplasare liniară sau rotativă a piesei pentru depunere uniformă a stratului pe întreaga suprafață a piesei, sistemele de deplasare liniară sau orbitală a anodului și a catodului și prezența, în premieră în cadrul procesului de depunere, a unui sistem de senzori pentru controlul grosimii stratului depus.

Beneficiile tehnologiei dezvoltate în cadrul proiectului

- Furnizarea de servicii către sectoare industriale importante printr-o tehnologie alternativă curată și economic viabilă în locul tratamentului actual de cromare prin galvanizare. Înlocuirea tehnologică oferă avantaje economice și ecologice, cum ar fi: reducerea sensibilă a conținutului de crom în apele reziduale, a cantității de deșeuri toxice solide și a emisiilor de gaze; reducerea sensibilă a materiei prime periculoase; reducerea sensibilă a consumului de energie și a consumului de apă; o calitate mai bună a stratului de acoperire în comparație cu cea galvanizată.

- Acoperirea unui segment de piață de nișă cum sunt acoperirile decorative, durificarea/protecția la coroziune sau acoperiri optice/optic transparente pe piese cu suprafețe mari.

- Controlul depunerii de straturi uniforme pe suprafețe neregulate, în funcție de proprietățile solicitate (destinația finală) și în funcție de caracteristicile substratului (pieselor).

- Configurația hibridă a instalației permite obținerea de acoperiri pe piese/suprafețe mari cu calități multifuncționale, făcând apel la un consum redus de materii prime, în acord cu noile concepte de dezvoltare durabilă.

Implementarea soluției adusă de proiectul LargCoat contribuie la dezvoltarea și consolidarea mediului de afaceri național, răspunzând următoarelor necesități identificate:

- Îmbunătățirea tehnologiilor și materialelor avansate;

- Îmbunătățirea competitivității mediului antreprenorial local.

Tehnologiile și echipamentul pentru depuneri fizice în vid bazate pe straturi subțiri, multifuncționale, nanostructurate, destinate pieselor de mari dimensiuni, reprezintă o premieră pentru țara noastră prin încorporarea de elemente inovative care conduc la sporirea capacității operaționale, automatizarea funcționării ansamblului prin sisteme de senzori inteligenți și achiziții de date evaluate, precum și la o durată sporită în funcționare a pieselor supuse tratării suprafețelor extinse. Se asigură, astfel, accesul pe piața de profil mondială la servicii cu prețuri competitive.

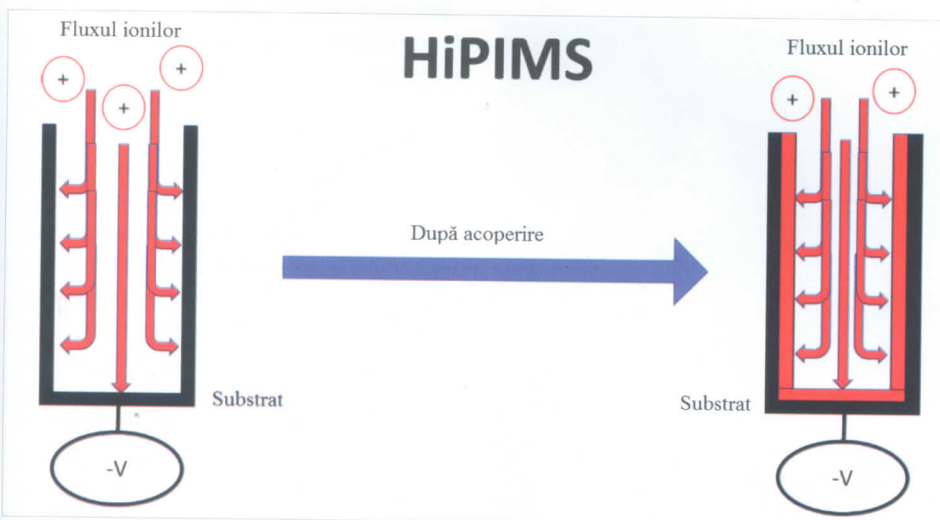


Figura 2. Rezultatul acoperirii denivelărilor cu tehnica HiPIMS