



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00274

(22) Data de depozit: 09/05/2019

(41) Data publicării cererii:
27/11/2020 BOPI nr. 11/2020

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO;
• MGM STAR CONSTRUCT S.R.L.,
STR.PÂNCOTA NR.7, BL.13, SC.1, AP.19,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• VIȚELARU CĂTĂLIN, STR.CIREȘULUI,
NR.40, SAT FUNDENI, COMUNA
DOBROEȘTI, IF, RO;
• PARAU ANCA CONSTANTINA,
STR. ISACCEI NR. 15A, BL. 15A-15B, SC. A,
AP. 9, TULCEA, TL, RO;

• KISS ADRIAN EMIL, STR. FIZICIENILOR
NR.12, BL.N1, AP.5, MĂGURELE, IF, RO;
• VLĂDESCU ALINA, STR. MOHORULUI
NR. 6, BL. 17, SC. 5, AP. 67, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• SOBETKII ARCADIE, STR. CREMENITA
NR. 82, AP. 7, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SOBETKII ARCADII, STR. CREMENITA
NR. 82, AP. 7, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• VIȘAN MIHAI, STR. PANCOTA NR. 7,
BL. 13, SC. 1, ET. 6, AP. 19, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(2) din HG nr. 547/2008

(54) STRATURI DE PROTECȚIE DURE DE CARBON FOLOSIND
PROCESE DE PULVERIZARE ÎN PLASME PULSATE
DE MARE PUTERE ȘI STRATURI DE INTERFAȚĂ PE BAZĂ
DE TITAN

(57) Rezumat:

Invenția se referă la straturi dure de C, la straturi de interfață pe bază de Ti și la un procedeu de obținere a acestora folosind pulverizarea în plasmă pulsate de mare putere, straturile formând un material dur cu duritate > 30 GPa și stabilitate mecanică în condiții de umiditate, temperatură și salinitate extreme. Stratul de interfață conform invenției este constituit dintr-un strat de Ti depus direct pe suportul metalic, având o grosime cuprinsă în intervalul 50...200 nm și o rugozitate de ordinul a 0,1...5 nm, la care se adaugă unu până la trei straturi subțiri individuale, care conțin proporții variabile de Ti și C. Stratul dur pe bază de C conform invenției formează împreună cu stratul de interfață un material multistrat stabil pe piesele metalice având grosimi totale de până la 2 μm, coeficient de frecare în mediul uscat cuprins între 0,05...0,2, durități cuprinse între 15...35 GPa și rezistență structurală la șoc termic în intervalul -69...+100°C. Procedeu conform invenției este realizat pe piese metalice la temperaturi joase care nu depășesc 100°C, primul strat fiind depus folosind

procesul de pulverizare în curent continuu al unei ținte de Ti în atmosferă protectoare de Ar la presiuni cuprinse între 1...2 Pa, următoarele straturi sunt obținute prin pulverizarea simultană a unei ținte de Ti în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, a unei ținte de C în regim de pulverizare de mare putere, în atmosferă care conține Ar și acetilenă în proporții variabile cuprinse între 0...20%, iar ultimul strat de C cu legături de tip diamantifer este obținut prin pulverizarea unei ținte de C în regim magnetron pulsant de mare putere, substratul fiind polarizat cu pulsuri negative de tensiune, sincronizate cu pulsurile de mare putere, în așa fel încât tensiunea de polarizare începe să fie aplicată înaintea pulsului de mare putere, fiind aplicată pe toată durata acestuia și pe o durată de până la de două ori durata pulsului, după terminarea acestuia.

Revendicări inițiale: 4
Revendicări amendate: 3



**STRATURI DE PROTECȚIE DURE DE CARBON FOLOSIND PROCESE DE
PULVERIZARE IN PLASME PULSATE DE MARE PUTERE SI STRATURI DE
INTERFAȚĂ PE BAZA DE TITAN
DESCRIERE**

Invenția se referă la obținerea unui material multistrat dur pe bază de carbon, având în componența sa unul sau mai multe straturi ce conțin carbon și titan în proporții variabile ce asigură interfața cu substratul metalic și un strat de carbon cu legături de tip diamantifer, cu duritate ce depășește 30 GPa și stabilitatea mecanică a ansamblului la condiții de umiditate, temperatura și salinitate extreme.

Utilizarea unor straturi de protecție pentru acoperirea unor piese supuse frecării, uzurii sau condițiilor extreme de exploatare (ex. medii corozive sau temperaturi ridicate) este de mare interes atât din punct de vedere științific cât și economic. Printre soluțiile adoptate, utilizarea straturilor dure de carbon cu legături de tip diamantifer ocupă un loc privilegiat, datorită unei combinații de proprietăți cum sunt: duritate ridicată, coeficient de frecare redus, lipsa reactivității chimice, rezistență la uzură etc. [(1),(2)].

În ultimii ani, obținerea straturilor de carbon dur cu legături de tip diamantifer a fost realizată utilizând mai multe tehnici, atât de natură fizică cum ar fi: pulverizare magnetron [(3)], evaporare în arc [(4)], ablație laser [(5)] etc., cât și de natură chimică, depunere chimică din fază de vapori cu sau fără asistare cu plasma [(6)]. Dezvoltarea recentă a tehnicilor de pulverizare magnetron de mare putere a permis utilizarea acestora pentru obținerea unor straturi de carbon cu legături de tip diamantifer [(7), (8), (9)].

Este cunoscut faptul ca îmbunătățirea aderenței straturilor dure de carbon la substrat poate fi realizată prin utilizarea unui strat de aderență ce conține unul sau mai multe elemente din seria (Ti, Cr, W, Si,...) sau compuși ai acestora (ca de exemplu nitruri sau carburi, cu sau fără gradient compozițional). Astfel, prin documentul [(10)] este prezentată o metodă de îmbunătățire a aderenței stratului de carbon dur prin utilizarea unui strat de Ti:C cu gradient compozițional, obținută printr-o metodă hibrid ce utilizează descărcarea în radio frecvență și în curent continuu. Prin documentul US 6740393 [(11)] este descris un proces și un echipament pentru obținerea unei acoperiri dure, cu durități în intervalul 15÷20 GPa, ce conține un strat de aderență depus prin metode de pulverizare fizică în fază de vapori, un strat de tranziție obținut prin combinarea simultană a procesului fizic

de depunere a stratului de aderență cu un proces de depunere chimică din fază de vapori a carbonului, urmată de depunerea unui strat de carbon prin metode de depunere chimică din fază de vapori. De asemenea, documentul [(6)] descrie utilizarea unui strat de aderență ce conține Ti și un amestec carbon amorf hidrogenat cu adaos de Ti obținute prin pulverizare magnetron în radio-frecvență.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unui material de acoperire de tip multistrat dur pe bază de carbon, aderent la un substrat metalic și rezistent la solicitări mecanice și termice, într-un proces de obținere bazat pe pulverizare magnetron pulsată de mare putere, pe parcursul căruia temperatura pieselor nu depășește 100°C. Structura propusă, conform invenției, cuprinde un material multistrat de legătură și un strat dur de carbon.

Materialul multistrat, conform invenției, este obținut printr-o combinație de metode de tip depunere din fază fizică de vapori (pulverizare magnetron și, respectiv, pulverizare magnetron pulsată de mare putere) într-o plasmă menținută într-un gaz inert, argon, la care poate fi adăugată o hidrocarbură, acetilenă, în proporții variabile, în intervalul 1÷20% din debitul total de gaz.

Invenția este prezentată în continuare în mod detaliat.

Materialul multistrat, conform invenției, este constituit dintr-un material de legătură și un strat de carbon dur cu legături de tip diamantifer.

Conform invenției, materialul de legătură, poate fi constituit din următoarele variante:

Prima variantă este cea în care materialul de legătură, conform invenției, este constituit dintr-un strat de titan, depus direct pe piesa sau substratul metalic printr-un proces de pulverizare magnetron, cu o grosime cuprinsă în intervalul 50÷200 nm și o rugozitate tipică de ordinul a 0,1÷5 nm,

A doua variantă a componenței materialului de legătură, conform invenției, este aceea în care materialul de legătură este constituit dintr-un strat de TiC depus peste un strat de Ti prin pulverizare magnetron, unde stratul de TiC este obținut prin utilizarea unei sau mai multor ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, unei sau mai multor ținte de C, în regim de pulverizare magnetron pulsată de mare putere (HiPIMS), cu grosime cuprinsă în intervalul 50÷300 nm,

A treia variantă a componenței materialului de legătură, conform invenției, este aceea în care materialul de legătură este constituit dintr-un strat de TiC depus peste stratul de Ti prin pulverizare magnetron utilizând una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent

continuu, folosind un amestec gazos e conține un gaz inert (Argon) și un gaz precursor de tip hidrocarbura pentru formarea carbonului (acetilena), cu grosimi cuprinse între 50÷300 nm,

A patra variantă a componenței materialului de legătură, conform invenției, este aceea în care materialul de legătură este constituit dintr-un strat de TiC depus prin pulverizare magnetron din una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, una sau mai multe ținte de C, în regim de pulverizare magnetron de mare putere (HiPIMS), peste stratul de TiC depus anterior prin pulverizare magnetron utilizând una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu, folosind un amestec gazos e conține un gaz inert (Argon) și un gaz precursor de tip hidrocarbura pentru formarea carbonului (acetilena), peste stratul inițial de Ti depus direct pe piesa sau substratul metalic prin pulverizare magnetron, cu grosime total cuprinsă în intervalul 50÷700 nm.

Materialul de legătura este o succesiune de straturi cuprinzând un strat de Ti și unul sau mai multe straturi din amestecuri de titan și carbon, cu concentrații variabile și rapoarte diferite de Ti/C, cu sau fără gradient compozițional pe adâncime, în una din variantele de succesiune enumerate sau în orice combinație a acestora, având o grosime totală între 50 și 700 nm.

Stratul de carbon din componența materialului multistrat, conform invenției, cu legături de tip diamantifer poate avea următoarele variante:

O prima varianta de realizare, conform invenției, este aceea în care un strat de C este depus peste una din variantele descrise mai sus ale materialului de legătura, stratul fiind obținut prin pulverizarea a una sau mai multor ținte de C, în regim de pulverizare magnetron pulsant de mare putere (HiPIMS) susținută într-un gaz inert, argon,

O a doua variantă de realizare, conform invenției, este aceea în care un strat de C este depus peste una din variantele descrise mai sus ale materialului de legătura, strat obținut prin pulverizarea a una sau mai multor ținte de C, în regim de pulverizare magnetron pulsant de mare putere (HiPIMS) susținută într-un amestec de gaze ce cuprinde un gaz inert, argon și un gaz precursor de tip hidrocarbura cu conținut mare de C, acetilena, într-o proporție de debit cuprinsă între 1 și 20% de gaz precursor din debit total de gaz.

Materialul multistrat, conform invenției, ce cuprinde materialul de legătură și stratul de carbon dur, are o grosime totală cuprinsă între 100 și 2000 nm.

Materialul multistrat, conform invenției, are o rugozitate cuprinsă între 10 și 100 nm, o duritate cuprinsă între 15 și 35 GPa, tensiuni de compresiune în strat cuprinse în intervalul -0.5÷-3

GPa, coeficient de frecare în mediu uscat cuprins între 0,05 și 0,2, aderență la substrat caracterizată printr-o forță critică cuprinsă în intervalul 20÷40 N, rata de uzura de $3 \cdot 10^{-6} \cdot \text{mm}^3 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, stabilitate structurala la temperaturi cuprinse în intervalul $-69^\circ\text{C} \div 100^\circ\text{C}$, rezistență la șoc termic în intervalul $-69^\circ\text{C} \div 100^\circ\text{C}$.

Variația grosimii materialului de legătură conduce la o variație a grosimii maxime totale stabile admise a materialului multistrat, aceasta putând varia de la 100 nm pentru un material de legătură cu grosime de 50 nm până la 2000 nm pentru un strat de aderență de 500 nm.

Materialele din componența materialului multistrat, conform invenției, sunt obținute prin procese de pulverizare în plasmă, folosind ținte metalice (titan), ținte de carbon și, respectiv, un amestec gazos ce conține un precursor gazos de tip hidrocarbură, acetilenă, la temperaturi ale substratului ce nu depășesc în fazele de pregătire și cele de depunere temperatura de 100°C pe substraturi metalice polarizate la o tensiune cuprinsă între 50 și 200 V, cu pulsuri de tensiune sincronizate cu pulsurile de mare putere, astfel încât substratul să fie polarizat pe toată durata pulsului și pe o durată totală tipică de 3 ori mai mari față de durata pulsurilor de putere.

Un exemplu de realizare a unui material multistrat, conform invenției, este cel constituit dintr-o succesiune de straturi ce conține un strat de Ti obținut prin pulverizare magnetron dintr-o țintă de titan, un strat de TiC depus prin pulverizare magnetron utilizând una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu, folosind un amestec gazos ce conține un gaz inert (Argon) și un gaz precursor de tip hidrocarbura pentru formarea carbonului (acetilena), un strat de TiC depus prin pulverizare magnetron din una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, una sau mai multe ținte de C, în regim de pulverizare magnetron de mare putere (HiPIMS), stratul de carbon este obținut prin pulverizarea a una sau mai multor ținte de C, în regim de pulverizare magnetron pulsat de mare putere (HiPIMS) susținută într-un amestec de gaze ce cuprinde un gaz inert, argon și un gaz precursor de tip hidrocarbura cu conținut mare de C, acetilena, într-o proporție de debit de 10% gaz precursor din debit total de gaz, ce are o grosime totală de 2000 nm, o duritate de 30 GPa, prezintă o aderență ridicată la substrat, forța normală critică la testul de aderență prin zgâriere "scratch test" fiind de 30 N, are un coeficient de frecare la alunecare de 0.1.

**STRATURI DE PROTECȚIE DURE DE CARBON FOLOSIND PROCESE DE
PULVERIZARE IN PLASME PULSATE DE MARE PUTERE SI STRATURI DE
INTERFAȚĂ PE BAZA DE TITAN**

FIȘĂ BIBLIOGRAFICĂ

1. Bewilogua K, Hofmann D. History of diamond-like carbon films - From first experiments to worldwide applications. *Surf Coatings Technol.* 2014;242:214–25.
2. Neuville S. New application perspective for tetrahedral amorphous carbon coatings. *QScience Connect.* 2014;(2014):8.
3. Broitman E, Lindquist OPA, Hellgren N, Hultman L, Holloway BC. Structural, electrical, and optical properties of diamondlike carbon films deposited by dc magnetron sputtering. *J Vac Sci Technol A Vacuum, Surfaces, Film.* 2003;21(6):L23–7.
4. Vetter J. 60years of DLC coatings: Historical highlights and technical review of cathodic arc processes to synthesize various DLC types, and their evolution for industrial applications. *Surf Coatings Technol.* 2014;257:213–40.
5. Popescu AC, Stan GE, Duta L, Nita C, Popescu C, Surdu VA, et al. The role of ambient gas and pressure on the structuring of hard diamond-like carbon films synthesized by pulsed laser deposition. *Materials (Basel).* 2015;8(6):3284–305.
6. Nißen S, Heeg J, Warkentin M, Behrend D, Wienecke M. *Surface & Coatings Technology* The effect of deposition parameters on structure , mechanical and adhesion properties of a-C : H on Ti6Al4V with gradient Ti-a-C : H : Ti interlayer. *Surf Coat Technol.* 2017;316:180–9.
7. Aijaz A, Ferreira F, Oliveira J, Kubart T. Mechanical Properties of Hydrogen Free Diamond-Like Carbon Thin Films Deposited by High Power Impulse Magnetron Sputtering with Ne. *Coatings.* 2018;8(11):385.
8. Kimura T, Kamata H. Preparation of hydrogenated diamond-like carbon films using high-density pulsed plasmas of Ar / C₂H₂ and Ne / C₂H₂ mixture. *Jpn J Appl Phys.* 2016;55(D1c):07LE02.
9. Sarakinos K, Braun A, Zilkens C, Mráz S, Schneider JM, Zoubos H, et al. Exploring the potential of high power impulse magnetron sputtering for growth of diamond-like carbon

fi lms. Surf Coat Technol. 2012;206(10):2706–10.

10. Cłapa M, Batory D, Improving adhesion and wear resistance of carbon coatings using Ti : C gradient layers, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2007;20:415–8.
11. US 6740393 B1, DLC coating system and process and apparatus for making coating system. 2004;1(12).

STRATURI DE PROTECȚIE DURE DE CARBON FOLOSIND PROCESE DE PULVERIZARE IN PLASME PULSATE DE MARE PUTERE SI STRATURI DE INTERFAȚĂ PE BAZA DE TITAN

REVENDICĂRI

1. Material de tip multistrat constituit dintr-un material de legătură pe bază de Ti, depus pe un substrat metalic, cuprinzând un strat de Ti pur și unul sau mai multe straturi dintr-un amestec de titan și carbon cu sau fără gradient compozițional, **caracterizat prin aceea că asigură stabilitatea unui strat de C cu o grosime de până trei ori mai mare față de grosimea materialului de legătură.**
2. Stratul dur de C din componența materialului multistrat cu durități cuprinse în intervalul 15÷35 GPa, **caracterizat prin aceea că formează împreună cu materialul de legătură, conform revendicării 1, un material multistrat stabil pe piese metalice până la grosimi totale de până la 2 μm, cu coeficient de frecare în mediu uscat cuprins între 0.05 și 0.2, rezistență structurală la șoc termic în intervalul -69°C ÷ +100°C .**
3. Procedeu de obținere a materialului multistrat, conform invenției, **caracterizat prin aceea că întreg procesul tehnologic este realizat pe piese metalice la temperaturi joase ce nu depășesc 100° C, primul strat fiind depus folosind procesul de pulverizare în curent continuu al unei ținte de titan, în atmosfera de argon la presiuni în intervalul 1÷2 Pa, următoarele straturi sunt obținute prin pulverizarea simultană a unei ținte de titan în regim de pulverizare în curent continuu, respectiv, a unei ținte de carbon în regim de pulverizare de mare putere, în atmosfera ce conține argon și acetilenă în proporții variabile cuprinse între 0 și 20%, iar ultimul strat de carbon cu legături de tip diamantifer este obținut prin pulverizarea unei ținte de carbon în regim de magnetron pulsant de mare putere.**
4. Procedeu de obținere a unui strat de carbon dur cu legături de tip diamantifer, folosind procesul de pulverizare magnetron pulsant de mare putere, **caracterizat prin aceea că substratul este polarizat cu pulsuri negative de tensiune,**





sincronizate cu pulsurile de mare putere în așa fel încât tensiunea de polarizare începe să fie aplicată înaintea pulsului de mare putere, fiind aplicată pe toată durata acestuia și pe o durată de până la două ori durata pulsului, după terminarea acestuia.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.

Descriere:

Invenția se referă la obținerea unor straturi de carbon cu legături de tip diamantifer și a unor straturi de interfață pe baza de titan ce asigură interfața cu substratul metalic și formează împreună cu acestea un material multistrat dur pe bază de carbon, cu duritate ce depășește 30 GPa și stabilitatea mecanică a ansamblului la condiții de umiditate, temperatura și salinitate extreme.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unui material de acoperire de tip multistrat dur pe bază de carbon, aderent la un substrat metalic și rezistent la solicitări mecanice și termice, într-un proces de obținere bazat pe pulverizare magnetron pulsată de mare putere, pe parcursul căruia temperatura pieselor nu depășește 100°C. Structura propusă, conform invenției, cuprinde un strat de interfață și un strat dur de carbon.

Invenția este prezentată în continuare în mod detaliat.

Materialul multistrat, conform invenției, este constituit dintr-un strat de interfață pe baza de Ti și un strat de carbon dur cu legături de tip diamantifer.

Conform invenției, stratul de interfață, poate fi constituit din următoarele variante:

Prima variantă este aceea în care stratul de interfață, conform invenției, este constituit dintr-un strat de titan, depus direct pe piesa sau substratul metalic printr-un proces de pulverizare magnetron, cu o grosime cuprinsă în intervalul 50÷200 nm și o rugozitate tipică de ordinul a 0,1÷5 nm,

A doua variantă a componenței stratului de interfață, conform invenției, este aceea în care acesta este constituit dintr-un strat de TiC depus peste un strat de Ti prin pulverizare magnetron, unde stratul de TiC este obținut prin utilizarea unei sau mai multor ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, unei sau mai multor ținte de C, în regim de pulverizare magnetron pulsate de mare putere (HiPIMS), cu grosime cuprinsă în intervalul 50÷300 nm,

A treia variantă a componenței stratului de interfață, conform invenției, este aceea în care acesta este constituit dintr-un strat de TiC depus peste stratul de Ti prin pulverizare magnetron utilizând una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu, folosind un amestec gazos care conține un gaz inert (Argon) și un gaz precursor de tip hidrocarbura pentru formarea carbonului (acetilena), cu grosimi cuprinse între 50÷300 nm,

A patra variantă a componenței stratului de interfață, conform invenției, este aceea în care acesta este constituit dintr-un strat de TiC depus prin pulverizare magnetron din una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu și, respectiv, una sau mai multe ținte de C, în regim de pulverizare magnetron de mare putere (HiPIMS), peste stratul de

TiC depus anterior prin pulverizare magnetron utilizând una sau mai multe ținte de Ti, în regim de pulverizare în curent continuu, folosind un amestec gazos e conține un gaz inert (Argon) și un gaz precursor de tip hidrocarbura pentru formarea carbonului (acetilena), peste stratul inițial de Ti depus direct pe piesa sau substratul metalic prin pulverizare magnetron, cu grosime total cuprinsă în intervalul 50÷700 nm.

Stratul de interfață este o succesiune de straturi cuprinzând un strat de Ti și unul sau mai multe straturi din amestecuri de titan și carbon, cu concentrații variabile și rapoarte diferite de Ti/C, cu sau fără gradient compozițional pe adâncime, în una din variantele de succesiune enumerate sau în orice combinație a acestora, având o grosime totală între 50 și 700 nm.

.....

Materialul multistrat, conform invenției, ce cuprinde stratul de interfață și stratul de carbon dur, are o grosime totală cuprinsă între 100 și 2000 nm.

.....

Variația grosimii stratului de interfață conduce la o variație a grosimii maxime totale stabile admise a materialului multistrat, aceasta putând varia de la 100 nm pentru un strat de interfață cu grosime de 50 nm până la 2000 nm pentru un strat de interfață de 500 nm.

.....

Revendicarile:

1. **Straturi de interfață pe bază de Ti**, depuse pe un substrat metalic, cuprinzând un strat de Ti pur și unul sau mai multe straturi dintr-un amestec de titan și carbon cu sau fără gradient compozițional, **caracterizate prin aceea că asigură stabilitatea unui strat de C cu o grosime de până de trei ori mai mare față de grosimea proprie a stratului de interfață.**
2. **Straturi dure pe baza de carbon** cu duriități cuprinse în intervalul 15÷35 GPa, **caracterizat prin aceea că** formează împreună cu stratul de interfață, conform revendicării 1, un material multistrat stabil pe piese metalice până la grosimi totale de până la 2 μm, cu coeficient de frecare în mediu uscat cuprins între 0.05 și 0.2, rezistență structurală la șoc termic în intervalul -69°C ÷ +100°C .
3. **Procedeu de obținere a straturilor dure pe baza de carbon și a straturilor de interfață pe baza de Ti**, conform invenției, **caracterizat prin aceea că** întreg procesul tehnologic este realizat pe piese metalice la temperaturi joase ce nu depășesc 100° C, primul strat fiind depus folosind procesul de pulverizare în curent continuu al unei ținte de titan, în atmosfera de argon la presiuni în intervalul 1÷2 Pa, următoarele straturi sunt obținute prin pulverizarea simultană a unei ținte de titan în regim de pulverizare în curent continuu, respectiv, a unei ținte de carbon în regim de pulverizare de mare putere, în atmosfera ce conține argon și acetilenă în proporții variabile cuprinse între 0 și 20%, iar ultimul strat de carbon cu legături de tip diamantifer este obținut prin pulverizarea unei ținte de carbon în regim de magnetron pulsant de mare putere, substratul fiind polarizat cu pulsuri negative de tensiune, sincronizate cu pulsurile de mare putere în așa fel încât tensiunea de polarizare începe să fie aplicată înaintea pulsului de mare putere, fiind aplicată pe toată durata acestuia și pe o durată de până la două ori durata pulsului, după terminarea acestuia.”

DIRECTOR GENERAL INOE 2000

Dr. in. Roxana S. ASTRU



DIRECTOR PROIECT,

Dr. Catalin VITELARU