

Invenția se referă la metodele de prelucrare electrofizică a materialelor, în special la tehnologiile de durificare a suprafețelor metalice prin descărcări electrice prin impulsuri de scurtă durată.

Este cunoscut procedeul de formare a depunerilor de grafit cu utilizarea electrozilor compacți prin contactarea periodică a acestora cu suprafața prelucrată a piesei [1].

Dezavantajele acestui procedeu constau în productivitatea joasă din cauza interacțiunii locale a plasmăi cu suprafața prelucrată (suprafața de interacțiune a canalului de plasmă cu suprafața catodului nu depășește $0,1...0,5 \text{ mm}^2$, în funcție de energia descărcării electrice prin impuls), distrugerea depunerii de grafit sub acțiunea șocurilor mecanice provocate de electrodul-sculă, rugozitatea suprafeței prelucrate ($R_a=3...6 \mu\text{m}$) care, de asemenea, este funcție de energia descărcării electrice, și discontinuitatea suprafeței prelucrate, care este funcție de calificarea operatorului.

Cea mai apropiată soluție este procedeul de durificare a suprafețelor metalice prin descărcări electrice prin impulsuri între electrodul-sculă și suprafața de prelucrare a piesei, conectate la circuitul de descărcare al generatorului de impulsuri de curent. Descărcările electrice se întrețin pe petele electrodice „reci”. Electrodul-sculă este executat în formă de disc rotitor din grafit electrotehnic, impulsurile de curent în interstițiul dintre electrodul-sculă și piesă sunt formate din trenuri a câte două impulsuri, primul dintre ele fiind de polaritate directă, cu durata de $150...200 \mu\text{s}$, iar cel de-al doilea – de polaritate inversă, cu durata de 10 ori mai mică la aceeași cantitate de energie degajată între electrodul-sculă și piesă [2].

Dezavantajele procedeeului dat constau în faptul că întreținerea descărcărilor electrice pe petele electrodice „reci” nu duce la crearea condițiilor favorabile de formare a depunerii stabile de grafit cu cristalizarea lui aderentă la suprafața piesei. Depunerea de grafit, formată în acest caz, se șterge de pe suprafață la acțiuni mecanice mici și servește numai procesului de durificare a stratului superficial prin difuzia carbonului din grafit în structura metalică a piesei, iar grosimea peliculei de grafit este mai mică de $1 \mu\text{m}$.

Problema pe care o rezolvă invenția este majorarea durabilității pieselor metalice și păstrarea geometriei piesei prelucrate, rugozitatea acesteia rămânând constantă ori micșorându-se.

Procedeul de durificare a suprafețelor metalice, conform invenției, constă în efectuarea descărcărilor electrice prin impulsuri între electrodul-sculă în formă de disc rotitor din grafit pirolitic și suprafața de prelucrare a piesei, conectate la circuitul de descărcare a generatorului de impulsuri de curent în calitate de catod și anod, respectiv. Descărcările electrice se întrețin pe petele electrodice „calde”. Impulsurile de curent între electrodul-sculă și piesă sunt formate din trenuri a câte o pereche de impulsuri de polaritate directă, primul dintre ele fiind cu durata de $5...10 \mu\text{s}$ și cantitatea de energie degajată între electrodul-sculă și piesă de $0,001 \text{ J}$, iar cel de-al doilea – cu durata de $250 \mu\text{s}$ și cantitatea de energie degajată între electrodul-sculă și piesă de $1,8 \text{ J}$. Interstițiul dintre electrodul-sculă și piesă este de 1 mm .

Rezultatul invenției constă în majorarea durabilității suprafețelor metalice prin formarea pe ele a peliculelor de grafit, care posedă proprietăți refractare, micșorarea rugozității suprafeței prelucrate și păstrarea geometriei piesei prelucrate.

Procedeul dat permite sporirea rezistenței refractare a suprafeței pieselor și a celei de uzură prin formarea pe ele a peliculelor de grafit, precum și durificarea substratului suprafețelor metalice prin interacțiunea surselor punctiforme de impulsuri de căldură și a câmpurilor electrice, create de descărcările electrice prin impulsuri, însoțite de transferul grafitului pe suprafața piesei, cristalizarea lui pe suprafață cu formarea unei depuneri de $7...17 \mu\text{m}$ și difuzia lui în aceasta, însoțită de modificarea compoziției chimice cu formarea carburilor metalice în substrat și micșorarea rugozității suprafeței din contul întreținerii descărcărilor electrice prin impulsuri pe petele electrodice „calde”.

Experimental a fost demonstrat că grafitul erodează mult mai efektiv la polaritate directă în fază solidă, iar materialul erodat de pe suprafața catodului este transferat pe cea a anodului, cristalizându-se și formând pe aceasta o peliculă subțire, cu difuzia în substratul suprafeței prelucrate și care decurge mai puțin intensiv în cazul conectării piesei în calitate de catod. În cazul utilizării numai a impulsului de polaritate directă procesul de difuzie este mai puțin efektiv din motivul formării pe suprafața piesei a unui strat gros de grafit, care izolează termic suprafața prelucrată pe de o parte, iar pe de altă parte, la interacțiuni repetate cu canalul de plasmă, acesta crește în grosime și este mai puțin supus eroziunii, deoarece are loc formarea legăturilor interatomice nemetalice, materialul de depunere fiind nemetal.

Suprafața prelucrată a piesei suportă transformări de compoziție chimică și de natură termică, astfel încălzirea unei suprafețe de ordinul $4...12 \text{ mm}^2$ (pentru un impuls), transferul polar al grafitului, însoțit de cristalizarea lui pe aceasta, provoacă formarea depunerii și efecte de difuzie a grafitului în suprafața metalică, însoțite de formarea așa-numitului strat alb, a cărui grosime este funcție de cantitatea de energie degajată în interstițiu și de numărul de treceri (șocuri termice), la care este supusă suprafața prelucrată.

De asemenea, este necesar de menționat că în mod experimental a fost stabilită creșterea grosimii piesei și micșorarea rugozității suprafeței prelucrate.

Generatorul conține un bloc de impulsuri de amorsare și un bloc de impulsuri de putere, precum și un bloc de dirijare. Durata impulsurilor de putere, asigurată de blocul de dirijare, nu va depăși $250 \mu\text{s}$, timp suficient pentru apariția și dezvoltarea petelor electrodice „calde”, ceea ce provoacă fenomenele electroerozive și de transfer polar, totodată topirea suprafeței la adâncimi de $0,05...0,1 \mu\text{m}$ asigură amestecarea parțială a fazei lichide a metalului cu grafitul transferat de pe catod. Grafitul netopit servește în calitate de germene pentru cristalizarea de mai departe a acestuia și formarea depunerii din el. La acțiunea repetată a impulsurilor de curent crește grosimea depunerii și are loc difuzia grafitului în adâncul suprafeței piesei din contul acțiunii termice pe adâncimi de ordinul a $3...7 \mu\text{m}$.

Continuitatea deplină a stratului de depunere din grafit se asigură pentru suprapunerea petelor de interacțiune anodică cu pasul de $0,5d_{zt}$ (unde d_{zt} este diametrul zonei de interacțiune termică a canalului de plasmă cu suprafața prelucrată) al avansului longitudinal și transversal.

Pentru formarea straturilor de depunere refractare și antipriză pe suprafețe metalice cu descărcări electrice prin impulsuri în regim de subexcitare este necesar de a asigura următorii parametri: interstițiul de 1 mm, capacitatea bateriei de condensatoare de $600 \mu\text{F}$, tensiunea de încărcare a acestora de 200 V, durata impulsului de putere de 250 μs , iar pentru impulsurile de amorsare $C=0,1 \mu\text{F}$, tensiunea în impuls fiind de 10...12 kV.

Exemplu de realizare

În scopul majorării durabilității suprafețelor metalice prin depunerea pe acestea a peliculelor de grafit conform tehnologiei propuse se vor realiza următoarele etape:

1. Piesa de prelucrat se fixează în dispozitivul de prindere al mașinii-unelte.
2. În dispozitivul de prindere a portsculei se fixează electrodul-sculă.
3. Se stabilește mărimea interstițiului $S=1 \text{ mm}$.
4. Se stabilește viteza de avans $V=0,5d_{zt} \cdot f$, în care f – frecvența impulsurilor.
5. Se stabilesc duratele și cantitățile de energie degajată între electrodul-sculă și piesă ale celor două impulsuri de polaritate directă, primul dintre ele fiind de amorsare, cu durata de 5...10 μs , $W_a=0,001 \text{ J}$, iar cel de-al doilea – de putere, cu durata de 250 μs și $W_p=1,8 \text{ J}$.
6. Se conectează piesa la polul plus al generatorului de impulsuri de curent.
7. Se conectează electrodul-sculă la polul minus al generatorului de impulsuri de curent.
8. Se ajustează generatorul la regimul de funcționare.
9. Se conectează instalația în regim de funcționare.

Generatorul de impulsuri de curent conține două blocuri: blocul de amorsare și blocul de putere, mărimile de ieșire ale parametrilor tehnologici ai cărora sunt reglabile.