

Invenția presupusă se referă la domeniul electrotehnologiilor și poate fi utilizată în diferite ramuri ale industriei constructoare de mașini, de pildă, industria constructoare de aeronave, de aparate, în galvanoplastie, galvanostegie și în multe alte domenii.

Este cunoscut procedeul de prelucrare electrochimică dimensională al metalelor și aliajelor [1], bazat pe dizolvarea anodică a metalelor și aliajelor în electrolit la trecerea curentului electric cu iradierea suprafeței anodului u radiale laser de-o frecvență, care provoacă fotoactivarea de rezonanță a moleculelor și atomilor ce participă în reacțiile electrochimice și care limitează viteza de decurgere a acestor reacții și viteza de dizolvare anodică în întregime.

Însă, deoarece în acest caz suprafața piesei se află sub acțiunea permanentă a radiației electromagnetice, atunci încălzirea ei din cauza conductibilității termice a metalului piesei se transmite la periferia piesei, ce duce la scăderea preciziei de prelucrare. Afară de aceasta, ca urmare a procesului anodic, în spațiul între electrozi se formează produsele dizolvării anodice (bule de gaz, șlamuri ș.a.), care la radiația electromagnetică permanentă duc la netransparența electrolitului pentru radiația laser și la pierderea puterii.

Este cunoscut și procedeul cu jet și ejector-laser de microprelucrare electrochimică a nichelului și oțelului [2], la care pe suprafața metalului de prelucrat este focalizată raza laserului cu argon. Neajunsurile acestui procedeu sunt acelea ca și la [1].

Este cunoscut procedeul de prelucrare electrochimică [3], bazat pe dizolvarea anodică a metalelor și aliajelor și iradierii zonei anod-catod cu radiația laser u impulsuri, care provoacă în zona arătată unda de șoc și mișcarea radială a electrolitului față de anod și ca rezultat ale acestora, mărirea productivității de prelucrare a pieselor.

Prototipul invenției propuse este procedeul prelucrării electrochimice descris în [3]. Dezavantajul procedurii-prototip este lipsa încălzirii suprafeței piesei și ca urmare a acesteia activarea relativ joasă a procesului de dizolvare. Afară de aceasta, din cauza propagării undei de șoc dincolo de limitele sectorului iradiat al suprafeței anodului, acest procedeu nu poate asigura precizia cerută procesului de prelucrare electrochimică.

Problema tehnică a invenției presupuse este mărirea productivității și preciziei procesului de dizolvare anodică a metalelor și aliajelor, care posedă o tendință mărită către pasivizare a suprafeței de prelucrat în diferiți electroliți.

Procedeul constă în iradierea electromagnetică se focalizează rând pe rând pe suprafața de prelucrat și în stratul electrolitului. Focalizarea fasciculului de lumină se realizează prin vibrarea sistemului optic, sincronizat cu frecvența de repetiție a impulsului de lumină. Prelucrarea se efectuează cu ajutorul a doi (câțiva) laseri cu lungimile de undă, care corespund zonelor spectrale atât de transparență cât și de absorbție ale electrolitului. Funcționarea laserilor este sincronizată. Suprafața piesei de preșlucrat periodic este scanată cu raza laser continuă, care corespunde zonei frecvențelor de transparență a electrolitului, se determină precizia prelucrării și se corectează cu ajutorul blocului de comandă mărirea curentului între electrozi și poziția razelor laser față de suprafața de prelucrat. Scanarea suprafeței piesei de prelucrat se realizează prin legănarea sistemului optic. Scanarea se înfăptuiește în plane reciproc perpendiculare, iar informația se înregistrează în blocul de comandă în formă de holograme a zonei suprafeței, care se află în câmpul fasciculelor de lumină ale laserilor care scanează.

În fig. 1 schematic este prezentată instalația, care funcționează după procedeul propus. Într-o celulă 1 sunt instalați anodul (piesa) 2 și catodul 3, care sunt conectați corespunzător la polii sursei de curent. Laserul 4 este înzestrat cu sistemul optic 5, blocul de comandă 6 și vibratorul 7.

Funcționează procedeul propus în felul următor. Cu scopul mării productivității procesului, iradierea electromagnetică rând se focalizează pe suprafața de prelucrat și în stratul electrolitului și anume, focalizarea fasciculului luminos se realizează prin vibrarea sistemului optic 5, sincronizat cu frecvența de repetiție a impulsurilor (pachetului de impulsuri). Vibrarea sistemului optic 5 se poate de realizat prin diferite metode, de pildă, de motorul electric asinhronic cu ajutorul unei simple bușe excentrice. Primul impuls se focalizează pe suprafața anodului 2 în momentul aflării sistemului optic 5 în poziția de jos, iar în momentul pauzei dintre impulsuri are loc deplasarea sistemului optic 5 în poziția de sus, în momentul atingerii căreia are loc focalizarea impulsului al doilea în stratul electrolitului.

În momentul nimeririi razei laser pe suprafața anodului 2 are loc încălzirea ei locală cu corespunzătoarea accelerare a dizolvării anodice. În momentul următor, când raza laser se focalizează în stratul electrolitului, are loc fierberea ultimului, purtând un caracter exploziv. Așa efect fotohidraulic exercită o influență mecanică puternică asupra suprafeței de prelucrat, care este analogică cu acțiunea efectului electrohidraulic. Se observă o caracteristică, pentru toate exploziile subacvatice, de formare și lărgire a golului cavitațional, atingerea lui a unei dimensiuni maxime, spargerea și pulsările ulterioare a bulei din amestecul de vapori și gaze. Fenomenele arătate produc activarea suprafeței de prelucrat (înlăturarea peliculelor pasivante) și contribuie la accelerarea evacuării produselor reacțiilor electrochimice din spațiul dintre electrozi.

Efectele descrise mai sus pot fi obținute simultant la utilizarea a doi (câțiva) laseri cu diferite game de frecvențe.

În fig. 2 este prezentată schema, care ilustrează rezolvarea propusă. Schema constă din celula electrochimică 1, în care este aranjat anodul (piesa) 2 și catodul 3, conectați la polii corespunzători ai sursei de curent și laserii 4a și 4b.

Fuționează a doua modificare a procedurii propus în felul următor. Laser 4a generează radiație cu lungimea de undă, care corespunde zonei spectrale de transparență a electrolitului, și este focalizată pe suprafața anodului 2. Laserul 4b radiază oscilații electromagnetice cu lungimea de undă, care corespunde zonei spectrale de absorbție a electrolitului, asigurând fotoactivarea de rezonanță a electrolitului. Conectarea laserilor are loc succesiv, iar în pauzele dintre conectările laserilor are loc relaxarea spațiului electrozi.

În momentul dintre scanează cu raza laser toată suprafața piesei de prelucrat. Informația obținută despre starea suprafeței nimereste în blocul de comandă 6 (fig. 3), unde ea se compară cu informația suprafeței etalon necesare, și în

cazul deosebirii blocul de comandă 6 dă semnal la organele de conducere, care schimbă mărimea curentului între electrozi și poziția razelor laser față de suprafața de prelucrat.

Scanarea suprafeței de prelucrat se poate de realizat aparte de laseri de-o putere mică 8, care nu iau parte nemijlocit la prelucrarea electrochimică.

Scanarea suprafeței piesei de prelucrat poate fi realizată prin legănarea sistemului optic, de pildă, cu un deflector optic. Pentru obținerea imaginii holografice a piesei de prelucrat scanarea se realizează cel puțin cu doi laseri (de pildă, de tipul ЛГ-52), anume scanarea se face în planuri reciproc perpendiculare. Scanarea este cel mai bine de a înfăptui cu radiație electromagnetică continuă de același fel. În fig. 3 sistemul optic 5 al laserelor care scanează este arătat schematic. Mai detaliat sistemul optic al laserelor ce scanează este arătat în fig. 4, unde cu numărul 1 este notat laserul, 2 – placa semiconductoare, 3 – reflectorul, 4 – suprafața de prelucrat.

Totodată, se poate de obținut nemijlocit în procesul de prelucrare o informație precisă despre lungimi, unghiuri și distanțe între centrele găurilor și a.m.d. În esență, o astfel de corectare a procesului electrochimic permite cu ajutorul unui electrod planar de a obține suprafețe compuse ale pieselor de prelucrat.

Prima modificare a procedurii se cuvine de a fi utilizată pentru electroliți transparenti în toate zonele spectrului, iar a doua – la prelucrarea electrochimică în electroliți, care au zone spectrale de absorbție.

Exemplu

S-a realizat prelucrarea electrochimică a unei bare 1 (fig. 5) cu diametrul de 3 mm în soluție apoasă, care conține 150 g/l de NaNO_3 . Catodul 2 – o bară din cupru de același diametru. Iradierea suprafeței s-a efectuat succesiv cu doi laseri. Mai întâi cu laserul cu neodim 5 de tipul ЛТИ-ФОР pe granatul alumosodiu (YAG:Nd^{3+}) cu lungimea de undă $\lambda = 1,064 \mu\text{m}$, ce corespunde transparenței complete a soluției. Durata impulsului a constituit $\tau = 1,5 \times 10^{-8}$ s. Puterea radiației a fost egală cu 5 MW cu diametrul fasciculului în planul suprafeței de prelucrat $\sim 0,5$ mm. Radiația prin reflectorul 8 și lentila 4 s-a focalizat pe suprafața mostrei.

În calitate de a doua sursă de lumină laser cu frecvența, care corespunde zonei spectrale de absorbție a soluției, s-a utilizat radiația armonicii a patra a laserului cu neodim 3 (АИГ) cu lungimea de undă $\lambda = 0,266 \mu\text{m}$. Radiația de puterea $\sim 0,2$ MW și durata impulsului $\tau = 10^{-8}$ s s-a concentrat prin reflectorul 7 în planul focal al lentilei convergente de cuarț 6 cu distanța focară de 10 cm. Distanța între planul focal al lentilei și suprafața s-a reglat în limitele 0,05-4 mm.

S-a determinat că la prelucrarea cu curent continuu fără acțiunea laserului și densitatea curentului de 20 A/cm^2 , randamentul în funcție de curent a constituit aproximativ 1-2%, iar la prelucrarea după procedeul prototipului la aceeași densitate a curentului, randamentul în funcție de curent a constituit 40-50%, însă la prelucrarea după procedeul propus – mai mult de 90%.

Din analiza curbelor – de dependență a densității curentului anodic (vitezei dizolvării anodice) de tensiunile, care sunt aplicate la electrozi (fig. 6), se vede că la tensiunile de 5-8 V (tensiunea de lucru a prelucrării electrochimice a wolframului) densitatea curentului anodic la prelucrarea cu curent continuu fără acțiunea laserului (curba 1) și de 3,5-4 ori mai mare, decât la prelucrarea după prototip (curba 2). Respectiv de tot atâtea ori se mărește și evacuarea metalului dizolvat.

Astfel, procedeul propus permite de a mări de 3,5-4 ori productivitatea prelucrării electrochimice dimensionale a metalelor ce se pasivează, în comparație cu prototipul.