

Descriere:

Invenția se referă la domeniul aplicării acoperirilor galvanice și tratării lor termice cu scopul obținerii acoperirilor cu calități fizico-mecanice înalte. Ea poate fi utilizată în industria construcției de mașini sau la reparația mașinilor în cazul recondiționării pieselor uzate.

Se cunoaște procedeul de formare a acoperirilor cu calități fizico-mecanice înalte, care constă în depunerea pe suprafața pieselor a fierului galvanic și durificarea lui ulterioară cu bor prin procedeul chimico-termic [1]. În rezultatul difuziei borului în fier se formează acoperiri de înaltă duritate rezistență mare contra uzurii și calități anticorrosive. Însă acest procedeu de ameliorare a calității fierului galvanic are unele neajunsuri: se obține un strat foarte subțire a fierului durificat; durata de tratament chimico-termic este relativ mare (6-8 h). Întrucât concentrația borului în straturile fierului este diferită (mai mare în straturile exterioare), se formează o structură cristalină diversă, care determină și calități fizico-mecanice diferite.

Mai apropiat în ce privește esența și rezultatul tehnic de invenția propusă este procedeul de depunere a acoperirilor durificate, care include depunerea compoziției galvanice "fier-bor amorf", având concentrația particulelor de bor de 2-5% (în greutate) și dimensiunile de 1-3 μm, și tratarea termică ulterioară în sobe cu vid la temperatura de 950-1150°C în decurs de 0,5-1,0 h [2].

În urma tratamentului termic particulele de bor se dizolvă în fier (borul se difuzează în fier) și formează componente structurale (de tipul FeB, Fe₂B), care le acordă acoperirilor o duritate foarte înaltă cu o rezistență mare contra uzurii și calități fizico-mecanice constante în structurile durificate. Însă, aceste acoperiri au o capacitate de funcționare redusă la sarcini de șoc (dinamice) și de contact, datorită fragilității lor și apariției în straturile borate ale tensiunii interne de întindere. În plus, la efectuarea procedurii de durificare a compoziției este necesar de avut utilaj special (sobă cu vid), iar durata de tratament termic este relativ mare, ceea ce poate să contribuie la deformarea piesei.

Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea grosimii stratului difuz și aderența acoperirilor la metalul de bază.

Rezultatul tehnic se realizează prin aceea, că în compozițiile galvanice în timpul electrolizei se introduc particule nu cu un singur element (bor amorf), dar un compus chimic din două elemente, unul fiind borul (de exemplu, nitrură de bor sau carbură de bor), având dimensiunile particulelor de 1-14 μm și concentrația lor fiind de 3-12% (în greutate), iar tratamentul termic al compoziției este executat în decurs de 10-120s la temperatura de 950-1150°C, viteza de încălzire la ieșire la regimul de tratament nu mai joasă de 20°C/s, după ce acoperirea se răcește până la temperatura mediului înconjurător.

Procedeul se efectuează în modul următor. În electrolitul de fierare se introduc particule de nitrură de bor (sau carbură de bor) cu dimensiunile de 1-4 μm, concentrația lor în electrolit fiind de 40-100 kg/m³, care în procesul electrolizei sunt ținute în stare suspendată (de exemplu, prin amestecarea mecanică a electrolitului).

La depunerea fierului galvanic particulele de nitrură de bor (sau carbură de bor) sunt incluse în acoperire, formând o compoziție galvanică "fier-nitrură de bor" (sau "fier-carbură de bor"). Condițiile de depunere a compoziției se iau în așa mod, ca concentrația particulelor (fazei secundare) în fier să fie de 3-12% (în greutate) din compoziția depusă. Apoi acoperirile se încălzesc cu viteza de cel puțin 20°C/s până la temperatura de tratament termic 950-1150°C și se ține la această temperatură 10-120 s, după ce compoziția durificată se răcește. Încălzirea rapidă la ieșire la regimul de tratament este necesară pentru a obține austenită cu grăunțe mici, care în stare inițială, fiind eterogenă, posedă o receptivitate mare de difuzie către elementele formate în rezultatul descompunerii fazei secundare. Aceste elemente (azot, bor sau carbon), difuzând în fier, formează componente structurale (nitruri, boronitruri, boruri de fier sau carburi, carboboruri, carburi de fier) mărunț dispersate în matriță, deci formează o structură omogenă care îi atribuie compoziției termic tratate o duritate înaltă, o rezistență mare contra uzurii și o fragilitate mică, fiindcă în ea se formează tensiuni interioare de compresie.

Ca urmare, compoziția supusă tratamentului termic are o rezistență mare la sarcini de șoc și de contact în comparație cu cea obținută cu bor amorf. Pentru ca faza secundară să se descompună și ca concentrația elementelor să fie peste tot una și aceeași tratamentul termic trebuie să fie între 10 și 120s (durata mai mică îi corespunde temperaturii mai mari). Menținerea mai mult de 120 s nu este admisă, fiindcă, în caz contrar, începe coagularea separată a borului și azotului (sau a borului și a carbonului), adică în acoperire se formează sectoare separate, compuse numai din boruri de fier și sectoare compuse numai din nitruri de fier (sau boruri și carburi de fier), ceea ce înrăutățește calitățile fizico-mecanice ale acoperirilor durificate.

După tratamentul termic piesa cu acoperire se răcește până la temperatura mediului ambiant. Dacă răcirea se efectuează rapid (în apă sau ulei), atunci în structură suplimentar se formează martensită aliată.

Tratamentul termic al compoziției galvanice cu faza secundară, având dimensiuni mai mari de 14μm, favorizează formarea în acoperiri micropore, ceea ce înrăutățește calitatea depunerii contra sarcini cu contact sau de șoc.

În urma tratamentului termic are loc difuziunea elementelor aliate în zona de hotar "metal de bază-acoperire", ceea ce contribuie la majorarea considerabilă a aderenței acoperirii cu "metalul de bază".

În continuare se dau exemple de realizare a procedurii.

1. Conform procedurii propus în electrolitul cu componența: FeCl₂·4H₂O - 400-500 kg/m³; pH= 0,7 - 1,0; t = 30 - 70°C s-a adăugat pe rând micropulbere de nitrură de bor cu dimensiunile 1 - 14 μm, concentrația căruia în electrolit era de 40 - 100 kg/m³.

S-a efectuat depunerea acoperirilor cu densitatea curentului de 2,5 - 3,5 kA/m². În funcție de concentrația micropulberilor în electrolit s-au obținut compoziții galvanice cu diferit conținut al fazei secundare. Apoi, compoziția depusă pe piesă a fost încălzită la instalația de încălzit cu curenți de înaltă frecvență și s-a efectuat tratamentul termic la diferite temperaturi (de la 900 până la 1200°C) cu durata de tratament între 10 - 300 s. Viteza de încălzire era de 10°C/s în sus, maximul fiind de 500°C/s (trebuie de accentuat că influența acestui factor tehnologic de la 20°C/s este practic constantă, la viteze de încălzire mai mici descompunerea și difuzia elementelor se petrec mai greu).

S-a constatat că cele mai bune rezultate se obțin la concentrația fazei secundare de 3 - 12% (în greutate) la temperatura de tratament termic de 950-1150°C (la temperatură de 1200°C compoziția se topește, iar la 900°C descompunerea fazei inițiale nu are loc). Pentru dizolvarea fazei secundare în fier și formarea structurii optime durata de tratament trebuie să fie de 10 - 120s. S-a observat că cu cât dimensiunea micropulberii este mai mică, cu atât mai rapid are loc dizolvarea ei în fier. Se obține o structură cristalină omogenă compusă din nitrură, boronitrură și boruri de fier. Microduritatea compoziției sporește și reprezintă circa 12000 - 17200 MPa (în funcție de concentrația fazei secundare), iar rezistența contra uzurii sporește de 2,8 - 3,0 ori față de compoziția galvanică neprelucrată termic și de 70 - 80 ori față de fierul galvanic curat.

După tratamentul termic compoziția galvanică nu conține fisuri (dimpotrivă, ele se "lecuiesc" dacă erau prezente în compoziție după electroliză), desprinderi, ceea ce mărturisește că tensiunile interioare sunt tensiuni de compresie.

Încercările comparative cu sarcini dinamice (de șoc) și de contact au arătat că rezistența de șoc și la sarcini de contact a sporit de 2,1- 2,3 ori față de compozițiile cu bor amorf, tratate termic în aceleași condiții.

La studierea aderenței acoperirilor de metalul de bază (oțel-45), s-a determinat că hotarul între metalul de bază și acoperire nu se observă la microscop (x 500), iar la încercări ruperea are loc nu pe hotar, ci în metalul de bază, care are calități fizico-mecanice mai reduse decât compoziția durificată.

2. Conform procedurii propus în electrolitul prezentat în exemplul 1 s-a adăugat pe rând micropulbere de carbură de bor M2, M5, M10 și M14, concentrația căreia în electrolit era de 40 - 100 kg/m³ și s-a efectuat depunerea acoperirilor galvanice la aceleași regimuri tehnologice, după ce s-a realizat același tratament termic.

S-a stabilit același caracter de formare a structurii cristaline, care este formată din carbură, carboborură (de tipul Fe₂O₃ (C,B)₆) și boruri (FeB, Fe₂B) de fier. Microduritatea acoperirilor tratate termic este de 11800 - 17000 MPa.

Rezistența la uzură a compoziției galvanice "fier-carbură de bor" după tratamentul termic sporește de 2,2 - 2,6 ori, iar rezistența la sarcini de șoc și de contact - de 1,95 - 2,2 ori (față de compoziția "fier-bor amorf" tratată termic în aceleași condiții). În acoperiri nu se observă fisuri sau desprinderi. La încercarea depunerilor pentru determinarea aderenței lor la metalul de bază s-a produs ruperea tot în metalul de bază.