

UTILIZAREA SCULELOR PENTRU RECTIFICAREA ELECTROCHIMICĂ (PRIVIRE DE SINTEZĂ)

Ursan Boris

La repararea diverselor mașini se utilizează, tot mai frecvent, tehnologii moderne de durificare și recondiționare. Pentru recondiționarea suprafețelor uzate se aplică învelișuri speciale ce conțin baze oxizi și carburi ale metalelor care sânt depuse prin metodele: gazotermică, electrolitică, sudare. Dificultățile de prelucrare a acestora sânt condiționate de tenacitatea, duritatea destul de înaltă și neomogenitatea distribuiri fazelor în stratul de depuneri. Tehnologia de prelucrare trebuie să asigure precizia și calitatea înaltă, rugozitatea minimală, prelucrarea suprafețelor fasonate, lipsa deformațiilor, indiferent de grosimea stratului prelucrat. Pentru rezolvarea acestor probleme este necesară aplicarea noilor tehnologii și a metodelor performante de prelucrare a materialelor. O metodă eficientă, în acest sens, este rectificarea electrochimică abrazivă (RECA), elaborată în baza prelucrării anodo-mecanice de finisare. Utilizarea efectivă a metodei RECA este posibilă numai în cazul utilizării sculelor conductoare de curent electric care dispun și de proprietăți de așchiere bune. Pentru aplicarea în industria națională pe scară largă a metodei RECA este necesară producerea sculelor așchietoare ieftine ce dispun de conductibilitate electrică în baza sculelor abrazive standard.

В ремонтных производствах интенсивно внедряются прогрессивные упрочняющие восстановительные технологии. Для ремонта изношенных поверхностей деталей машин применяют специальные покрытия, содержащие бориды, оксиды, карбиды металлов, которые наносятся различными методами. Особенность их обработки связана с высокой вязкостью, твердостью, фазовой неоднородностью. Технология обработки таких поверхностей должна обеспечивать качество, точность и естественное состояние поверхностного слоя, минимальную шероховатость, отсутствие деформаций при обработке тонкостенных деталей и т. д. Для решения перечисленных технологических задач необходимо внедрять новые прогрессивные высокопроизводительные процессы металлообработки. Одним из них является метод электрохимического абразивного шлифования (ЭХАШ), который обладает высокой производительностью и малым износом инструмента. Эффективное использование ЭХАШ возможно только при наличии токопроводящего инструмента, сочетающего высокую электропроводность и режущие свойства абразива.

Progressive regenerative technologies are intensively used in repairing. Manufactures. To repair the work out surfaces of machine details. It is necessary to introduce new progressive high-effective processes of metal working for solving listed technological problems. One of then is the Method of Electrochemical abrasive greedings which is characterised with high efficiency and small deterioration of the tool. To get effective results when using the given method current conductive tools combining high conductivity and cutting properties of abrasive are required.

Introducere

Pentru început, vom face o retrospectivă a sculelor de rectificare electroconductoare ce se produc în cantități relativ mici în prezent. La etapa contemporană sânt cunoscute următoarele metode de confecționare a sculelor așchietoare metalizate:

- presarea pulberii metalice multicomponente cu aglutinare ulterioară la o temperatură de 1000 °C [1, 2], iar pentru liantul în bază de galiu – până la 200 °C [3];
- legarea pulberii abrazive în pres-forme rotitoare [4];
- scule abrazive cu lianți organici și umplutură ce dispune de conductibilitate electrică (grafit sau pulbere metalică armată cu plasă metalică, etc.) [5];
- depunerea electrochimică a liantului prin metoda galvanostegiei și galvanoplasticii [6];
- scule fără granule abrazive (din grafit sau metal) [6, 7].

La prelucrarea cu scule fără granule abrazive, practic, toată prelevarea metalului se datorează dizolvării anodice. Cercetările rectificării fasonate a materialelor magnetice și refractare efectuate în lucrările [6, 8] indică o productivitate scăzută mai cu seamă pentru sculele executate din grafit.

Încercările de a intensifica procesul dizolvării anodice a metalului piesei prelucrate mărind tensiunea de lucru mai sus de 12 V provoacă apariția scânteerii în spațiul dintre anod și catod, ceea ce condiționează schimbarea geometriei muchiei de lucru.

Perspectiva este de partea aplicării rectificării combinate, care presupune utilizarea sculelor abrazive ce dispun de conductibilitate electrică (în baza utilizării lianțelor metalici de două tipuri: M1 – amestec în bază de cupru – staniu și M5 – amestec în bază de aluminiu – cupru – zinc).

Partea analitică

În literatura de specialitate [2] se constată că, cu toate că gradul de rezistență la uzură a sculelor cu liant din cupru este înalt productivitatea RECA la aliaje dure este de 1,5...3,5 ori mai mică decât la discurile cu liant din aluminiu, efect provocat de pierderea proprietăților așchietoare ale granulelor abrazive și sporirea forței de așchiere. Acest fapt se explică nu numai prin uzura sporită a sculei, dar și prin înfășurarea liantului pe granulele abrazive datorită descărcărilor electrice din interstițiu [2] și invers lianții ușor fuzibili facilitează procesul de autoascutire a sculei în rezultatul descărcărilor electrice și păstrează proprietățile de așchiere a electrosculei.

Cercetările comportamentului discurilor din diamant cu liant metalic în procesul RECA [9] permit de a stabili că componența liantului determină atât electroconductibilitatea, cât și intensitatea proceselor electrochimice în spațiul de rectificare.

În ultimul timp pentru rectificarea abrazivă fazonală aplicată la elaborarea pieselor pentru tehnica rachetară [10], sînt utilizate discuri de diamant metalizate. Rezultatele experimentale obținute în acest caz au demonstrat că, în condițiile sarcinilor mari, liantul metalic conduce la sporirea durabilității sculei (discului) [11], și îmbunătățește distribuția cîmpului de temperaturi în semifabricat.

La cercetarea procesului RECA a aliajelor dure și refractare, autorii [12, 13] au stabilit că prelevarea materialului atinge valori maxime la utilizarea discurilor de granularitate 100...125 μm , fapt ce se confirmă prin corelarea optimă a prelevării anodice și celei abrazive. Micșorarea granularității discurilor provoacă sporirea uzurii acestora. În lucrarea [14] se face o analiză a cauzelor uzurii discurilor diamantate. Se presupune că creșterea uzurii sculei este condiționată de sporirea eroziunii și uzurii liantului provocate de apariția descărcărilor electrice în spațiul anod – catod.

Acest fenomen este cauzat de pătrunderea dificilă a electrolitului în spațiul dintre electrozi și sporirea suprafeței de contact dintre disc și semifabricat; aceasta provoacă și distrugerea granulelor de diamant din spațiul aderent interstițiului. Descărcările electrice în arc și fenomenele care le însoțesc (unda de șoc, procesele de cavitație etc.) provoacă fărîmițarea fragilă a liantului, însoțită de desprinderea granulelor de pe sculă. Pentru compensarea uzurii sculei și creșterea preciziei de prelucrare, se propune depunerea catodică a metalului liant pe suprafața de lucru a discurilor diamantate aplicate la RECA de finisare [11].

Pentru discurile abrazive cu liant metalic obținut prin metoda centrifugală și a celor cu metalizare galvanică, granularitatea optimală este puțin mai mare decât a discurilor diamantate și alcătuiește 160...250 μm .

Se menționează că corelarea proceselor anodice și mecanice la RECA cu discuri abrazive cu granularitatea 160... 250 μm asigură coeficientul maxim de rectificare și rugozitatea minimă. În cercetările de prelucrabilitate a aliajelor refractare și a aliajelor cu titan [15, 16] sunt prezentate comparativ rezultatele prelucrării cu discuri abrazive executate din diferite materiale în bază de liant metalic. Astfel, la înlocuirea discului abraziv diamantat cu discul abraziv din carbură de siliciu cu metalizarea metalică la RECA de degroșare a aliajului refractar JS – 6U, productivitatea se micșorează de 3...4 ori. Discurile abrazive cu liant metalic cedează în productivitate celor cu diamant, totodată asigurând o rugozitate mai mică la RECA a aliajelor de titan.

Corijarea discului de diamant cu liant metalic cu ajutorul materialelor abrazive obișnuite este destul de dificilă, din care motiv această operație se efectuează ca regulă cu role de diamant de granulozitate de circa 500...800 μm .

Utilizarea metodei de profilare prin electroeroziune a discurilor diamantate cu liant metalic a permis sporirea productivității procesului de 8...10 ori în comparație cu corijarea mecanică. Unul din factorii de bază care influențează intensificarea prelevării materialului la RECA îl constituie mărirea efectivă a curentului tehnologic. Merită a menționa că este strict necesară alegerea tensiunii de lucru, deoarece micșorarea valorii ei provoacă îmbâcsirea rapidă a muchiei de așchiere a sculei cu material prelevat, sporirea ei duce la apariția fenomenului de electroeroziune. Sa stabilit că, la RECA de degroșare a aliajelor refractare, creșterea tensiunii de lucru de la 8 la 12 V conduce la micșorarea indicilor de forță a procesului în baza micșorării componentei mecanico-abrazive de prelevare a materialului și asigură o creștere esențială a productivității (de la 240 până la 400 mm/min). Autorii [16] au stabilit că la tensiuni mai mari de 9 V are loc creșterea curentului tehnologic de 3 și mai multe ori din cauza fenomenului de electroeroziune și a celor electrice de contact. În lucrarea [17] se propune ca pentru creșterea componentei anodice de prelevare a materialului piesei în prezența acestor fenomene să se filtreze componentele de frecvență înaltă a curentului tehnologic prin cuplarea în circuit a unui dispozitiv special.

Sporirea tensiunii de lucru la RECA cu discuri cu liant metalic condiționează schimbarea proprietăților mecanice ale materialului din suprafața prelucrată. Astfel, după prelucrarea suprafețelor executate din aliaje dure la tensiuni de 14 V, rezistența acestora la încovoiere și la tenacitatea de șoc scade cu 85...90 % [18]. Cercetările roghengenografice a stratului din oțel P6M5 prelucrat [19] în intervalul tensiunilor de lucru 4...9 V indică lipsa schimbărilor structurale în stratul prelucrat. Să constatat că la tensiuni mai mici de 9 V în structura oțelurilor își face apariția austenita. Autorii propun intervalul tensiunilor de lucru la RECA cu discuri diamantate cu liant metalic să fie limitate la valoarea de 4...9 V.

Lichidarea fenomenelor de ecrisare și a erorilor de prelucrare se recomandă să fie executată în regim mecanic, deconectând sursa de curent ce asigură procesul de dizolvare anodică.

Aplicarea pe larg în industrie a procesului de rectificare electrochimică este stagnată de utilizarea discurilor abrazive diamantate al căror preț este relativ mare. Din aceste motive, în prezent o atenție tot mai mare se acordă utilizării discurilor abrazive tradiționale supuse metalizării prin diferite procedee fizico-tehnice.

Dintre acestea pot fi menționate metoda injectării în pori a topiturilor de plumb, bismut, staniu, ș. a., la temperaturi cuprinse între 70...350 $^{\circ}\text{C}$ [20], depunerea în pori a pulberilor de grafit sau metal (argint, cupru) din soluții coloidale ce conțin particule de diametre cuprinse în limitele 1...2 μm , refulate în pori sub acțiunea forței centrifugale. Centrifugarea discurilor abrazive obișnuite în procesul metalizării lor, în conformitate cu rezultatele obținute de autorii lucrărilor [19, 21] a asigurat acestora o distribuție satisfăcătoare a liantului în pori.

Electrozii-sculă, obținuți prin metalizarea discurilor abrazive, dispun de un șir de neajunsuri (porozitate mică, masă considerabilă, neuniformitate radială în distribuția proprietăților fizico-mecanice, gradul înalt al uzării) care stopează implimentarea pe scară largă a acestora în industria constructoare de mașini.

Însă o așa sculă-electrod dispune de un șir de dezavantaje. Dintre ele se evidențiază [2]: lipsa porozității, o masă considerabilă, neuniformitatea proprietăților după perimetrul și adâncimea discului, gradul înalt de uzură.

Multe exemple de utilizare practică a discurilor abrazive metalice sânt prezentate în lucrarea [20], în particular, în condițiile rectificării fasonate productivitatea prelucrării oțelurilor călite ajunge la 300...500 mm/min, iar coeficientul de rectificare alcătuiește 12...75, ceea ce depășește indicii rectificării mecanice.

Concluzii

Utilizarea largă a procesului de RECA este problematică datorită deficienței materialelor, tehnologia de confecționare compusă, costul înalt și alegerea inițială a discurilor diamantate cu liant metalic.

Discurile abrazive metalizate prin metodele descrise mai sus până în prezent nu au căpătat utilizare în industrie din cauza caracteristicilor de exploatare joasă.

În literatură lipsesc criteriile de apreciere a utilizării unei sau altei metode de metalizare a discurilor poroase, pe când tehnologiile recomandate de metalizare chimică constau din mai multe stadii, sânt legate de utilizarea materialelor prețioase și dificitare.

Bibliografie

1. Гусев В. А. Анодно – механическая обработка металлов. - М., Л: Машгиз, 1952. – 36 с.
2. Попов С. А., Малевский Н. П., Терешенко Л. М. Алмазно – абразивная обработка металлов и твердых сплавов. – М.: Машиностроение, 1977. – 236 с.
3. Обухова Г. З., Рогова С. Т. и др. Способ изготовления алмазно – абразивного инструмента // А. С. 878550 СССР, МКИ В24Д 3/06 // Б. И. 1981. - №11.
4. ТУ 27 – 71. Круги электропроводные шлифовальные абразивные изготовленные на литой металлической связке методом центробежного литья. – М., 1971.
5. Ловчиков А. К, Карабасов Б. Т, Лебедев И. И. Материал для изготовления электрода инструмента // А. С. 593880 СССР, МКИ В23Р 1/04 // Б. И. 1978. - №2.
6. Данильцева Н. А. Технология электроабразивного профильного шлифования // Электрофизические и электрохимические методы обработки. - 1982. - № 8. - С. 7-8.
7. Данильцева Н. А, Зубатова Л. С. Новое отечественное и зарубежное оборудование для электрохимического и электроабразивного шлифования // Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Мат. сем. – М., 1983. - С. 90-93.
8. Мамай А. В. Особенности электрохимического шлифования металлоабразивными кругами // Электронная обработка материалов. – 1978. - № 3. – С. 77 – 78.
9. Лавриненко В. И., Савченко Ю. Я., Захаренко И. П. Электропроводность кругов из сверхтвердых материалов / Ред ж. Сверхтвердые материалы, АН УССР. – Киев, 1982. – 8 с. Деп. в ВИНТИ 21. 12. 82. № 6276.
10. Обозначения характеристик абразивных материалов и инструментов, выпускаемых зарубежными фирмами. – М: ВНИИТЭМП, 1988. - 63 с.
11. Могильников В. А., Коробойнин А. И. Некоторые закономерности износа кругов при алмазном электролитическом шлифовании железосодержащих сплавов / Сб. науч. тр. ТПИ // Электрофизические и электрохимические методы обработки металлов – Тула, 1983. – С. 88 – 93.
12. Sacuma K., Tado T. Characteristics of Grinding Conductivity Metal // Bulletin of the ISME – 1981. – V. 24, N. 195. - P. 1658 – 1665.
13. Захаренко И. П., Савченко Ю. Я. Закономерности алмазно – электролитической обработки твердого сплава совместно со сталью // 4 – я Всес. науч. – тех. конф. Тез. докл. – Тула, 1976.- С. 32.
14. Пряхин Н. Н. Износостойкие алмазные круги для электроалмазного шлифования титановых сплавов // Зон. науч – тех. конф. Тез. докл. – УФА, 1979. - С. 154 – 155
15. Антилов Е. Л., Волков Ю. С. Катодное осаждение вещества заготовки на вращающемся инструменте при финишном ЭХАШ // Электронная обработка материалов. - 1977. – № 2. – С. 8 – 10.
16. Романчук Ю. Н., Алексинко В. И., Вениренко В. Е. Электроалмазное шлифование сложнофасонных поверхностей деталей из титанового сплава ВТЗ – 1 // 5 – я Всес. науч. – тех. конф. Тез. докл. – Тула, 1980. - С. 356 – 358.

17. Захаренко И. П., Лавриненко В. И., Савченко Ю. Я. Возможности электролитической обработки инструмента из быстрорежущих сталей кругами из КНБ // Электрофизические и электрохимические методы обработки. - № 5. - С. 339 – 342.
18. Филимоненко В. Н., Крейгман Б. Н. Ультразвуковая интенсификация процесса электроалмазной обработки // Электрофизические и электрохимические методы обработки. - № 5. - С. 11 – 16.
19. Чагин В. Н., Ткач В. И., Лобастов В. В. Некоторые вопросы технологической наследственности при электроабразивной обработке // Электронная обработка материалов – 1975. - № 2. - С. 18 – 21.
20. Iach G., Russel E., Garth D. Impregnation of porous body with metal // Pat. 3867177 USA. В22Д 27/16 // Publ. 18. 02. 75.

Prezentat la 16.04.2004