

CZU: 539.374.4

CERCETAREA COMPOZIȚIEI FAZICE A ACOPERIRILOR DIN MOLIBDEN PE FIER ȘI OȚEL LA PRELUCRAREA PRIN SCÎNTEI ELECTRICE

Pavel Pereteatcu, l.sup.dr.; **Alexandr Ojegov**, doctorand
(Universitatea de Stat "Alecu Russo" din Bălți, Moldova)

Dina Ghertriken, dr.; **Vladimir Mazanco**, prof.dr.hab.
(Institutul de Fizica Metalelor, NANU, Kiev)

A fost studiată prin metoda spectroscopiei Mössbauer, analizei radiometrice și röntgenstructurale penetrarea atomilor și formarea fazelor de tranziție în zona de interacțiune a metalului de bază cu acoperire. A fost stabilită diferența în formarea fazelor și viteza de migrare a atomilor pentru fier și oțel, investigate pentru a arăta influența atomilor de carbon asupra transferului de masă. Au fost determinate fazele de tranziție în straturile de material a suprafeței durificate obținute la prelucrarea prin scînteii electrice.

Procesul alierii prin scînteii electrice (ASE) poate fi calificat drept o metodă de prelucrare a materialelor prin impuls de o mare intensitate, care contribuie la apariția transferului de masă și formărilor de fază anormale, analogic cu deformația mecanică [1,2], ținînd cont de existența unor factori de influență auxiliară. Astfel, temperaturile înalte duc la apariția în straturile superficiale a zonelor cu topire sau amestec mecanic, în dependență de proprietățile materialelor. Însă începînd cu o anumită adîncime, migrarea și redistribuirea atomilor între fazele inițiale și cele noi apărute decurg în stare solidă [3]. În acest fel, pentru dirijarea intenționată a proceselor formării acoperirilor este necesar a se studia particularitățile interacțiunii elementelor în condițiile ASE pentru fiecare caz concret aparte.

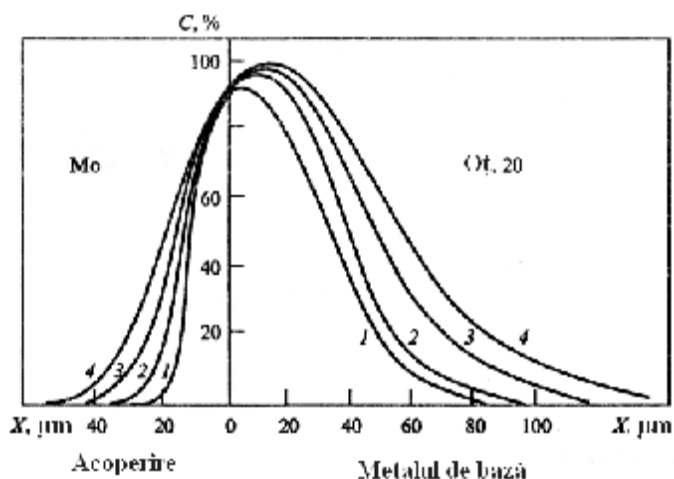


Fig. 1. Profilurile concentraționale a distribuției atomilor izotopilor fierului $^{56,59}\text{Fe}$ în oțel și molibden după ASE cu energiile de $W = 0,3 \text{ J}$ (1); $0,9 \text{ J}$ (2); $3,14 \text{ J}$ (3); $6,4 \text{ J}$ (4)

Pentru formarea acoperirilor cu ajutorul descărcărilor electrice, a fost utilizată instalația „Elitron” [4]. Distribuția elementelor în acoperire și metalul de bază s-a studiat cu ajutorul izotopului fierului $^{56,59}\text{Fe}$ prin metoda analizei radiometrice în straturi. Componenta fazică a acoperirilor, obținute prin ASE, s-a cercetat prin metodele analizei röntgenostructurale și spectroscopia Mössbauer cu ajutorul izotopului stabil al fierului ^{57}Fe .

Analiza profilurilor concentraționale a distribuirii atomilor marcați ai fierului în oțelul 20 și molibden a demonstrat că ele nu pot fi descrise printr-o dependență exponențială simplă, ca în cazul altor procedee de solicitare prin impuls, avînd un caracter mai complicat. În acest caz tipic este existența a nu mai puțin de un maximum de concentrație pentru fiecare valoare a energiei descărcării W . După cum se vede, cînd se precaută curbele prezentate pe fig. 1, la creșterea valorii W , maximumurile de concentrație se distribuie la o adîncime mare. Astfel, dacă pentru $W=0,3$ J valoarea maximală a concentrației se află aproape la suprafață, atunci pentru $W=6,4$ J deplasarea maximumului constituie aproximativ $15\ \mu\text{m}$ în adîncimea metalului de bază. Însă după granițele stratului superficial dependența $c=f(x)$ pentru toate valorile energiei W poate fi aproximată cu o dependență exponențială de adîncimea pătrunderii atît în metalul de bază, cît și în acoperire. În afară de schimbarea poziției maximumului, la creșterea energiei se schimbă, de asemenea, și adîncimea pătrunderii fierului $^{56,59}\text{Fe}$, aproximativ cu 10 și 15 %, corespunzător pentru molibden și oțel. Încetinirea migrației fierului în oțel, în comparație cu fierul, se explică prin prezența atomilor de carbon în structura cristalină a rețelei materialului în formă atît de soluție solidă, cît și cementită, analogic după cum are loc la deformarea prin șoc [5]. Micșorarea adîncimii pătrunderii în acoperirea de molibden, la depunerea lui pe oțel, este legată de transferul concomitent în el a atomilor de carbon, care se conțin în oțel și, de asemenea, formarea fazelor carbidice.

Tabelul 1

Influența energiei descărcării asupra redistribuirii conținutului fazelor în acoperirea de molibden pe oțel

| Componenta de fază | Mo | $\alpha\text{-Fe}$ | $\alpha\text{-Mo}$ | Mo_2N | Mo_2C |
|--------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Energia W , J | Concentrația relativă C, % | | | | |
| 0,3 | 100 | 20 | 10 | <1 | <1 |
| 0,9 | 100 | 4 | 12 | 10 | <1 |
| 3,14 | 100 | 0 | 15 | 15 | <1 |
| 6,4 | 100 | 0 | 15 | 15 | 1 |

Analiza röntgenostructurală a acoperirilor de molibden pe oțelul 20 a demonstrat că, sub acțiunea ASE, apare o zonă difuzională cu un număr mare de componente fazice. În afară de fierul și molibdenul pur, în ea sînt prezente soluții

solide a molibdenului în fier și a fierului în molibden, carburi și nitruri a molibdenului. Odată cu creșterea energiei descărcării în impuls, crește grosimea acoperirilor, fapt asupra căruia indică micșorarea intensității maximumurilor de difracție a fierului, prezența nitrurilor molibdenului, în același timp conținutul nitrurilor nu se schimbă semnificativ (tabelul 1).

Această particularitate poate fi explicată prin diferite mecanisme de formare a fazelor. Apariția nitrogenului în acoperire este legată de captarea lui din aer la ionizarea în plasma descărcării prin scînteii, deoarece pătrunderea atomilor de carbon este limitată de concentrația lui în oțel. În afară de aceasta, creșterea mărimii energiei descărcării conduce la o omogenizare mai mare în formarea fazelor. Astfel, maximumurile difracționale pe röntgenogramele zonei difuzionale devin mai puțin „spălate” (fig. 2). De menționat faptul că în acoperiri lipsesc oxizii atît a molibdenului, cît și a fierului. În afară de aceasta, în acoperire și zona de tranziție între acoperire și metalul de bază, nu se depistează faze intermetalide chiar pentru $W=6,4$ J, cu toate că există condiții de echilibru [6].

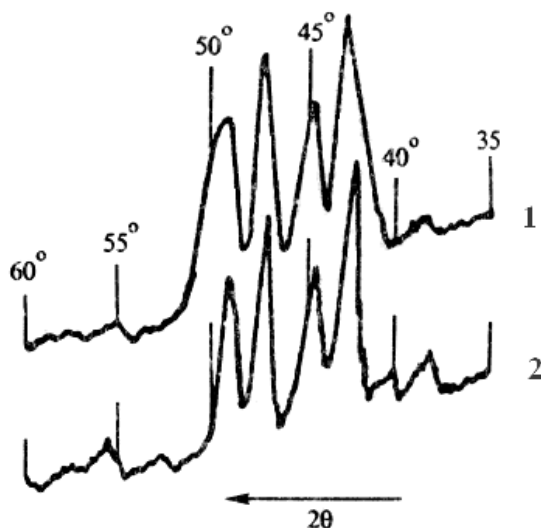


Fig. 2. Maximumurile difracționale a planurilor (100), (002), (001) a Mo_2C și (111) a Mo_2N la prelucrarea cu energiile 0,3 J (1); 0,9 J (2)

Pentru o definiție mai exactă a posibilității de formare a intermetalizilor s-au utilizat metode de cercetare, care se deosebesc printr-o sensibilitate mai mare, cum ar fi metoda spectroscopiei electronice Mössbauer. În afară de aceasta, pentru excluderea influenței posibile a prezenței carbonului, experimentele se efectuau pe perechea molibden-fier. Aceasta a permis evidențierea în stratul subțire a acoperirii de molibden pe fier o cantitate mică de fază intermetalidică $\text{Fe}_x\text{Mo}_{x-1}$ neechilibrată. Cantitatea ei însă nu este suficientă pentru determinarea simetriei și compararea cu substanța intermetalidică Fe_2Mo (λ -faza).

La depunerea acoperirii de fier pe monocristalul de molibden apar faze asemănătoare. Astfel, la energia descărcării $W=6,4$ J, apar soluții solide cu același conținut de element dizolvat, nitruri de molibden și fier și substanța intermetalidică cu încălcarea stehiometriei echilibrate $Fe_{1,9}Mo$. Este necesar de subliniat că fazele de carburi nu apar, ca în cazul interacțiunii molibdenului în oțel, deoarece cantitatea dioxidului de carbon în aer este ne semnificativă în comparație cu nitrogenul, iar alte surse de atomi de carbon în acoperire și în metalul bazei nu există. În afară de aceasta, în acoperire, adică din partea fierului se fixează atomii de oxigen. În substratul acoperirii se depistează aproape de 12 % (at) de oxigen, nelegat de oxizi. Se poate admite că oxigenul se află în formă de soluție în fier și în soluția molibdenului în Fe- α . În metalul de bază (Mo) atomii de oxigen nu s-au depistat ca și în cazul când molibdenul a servit drept material de acoperire, iar fierul și oțelul – ca materiale de bază.

Astfel, în acoperirile de molibden pe oțel 20, în rezultatul interacțiunii acoperirii și a materialului de bază cu elementele ușoare, se formează faze de pătrundere cu dispersie înaltă care contribuie la durificarea lor.

Bibliografie

1. Дубовицкая, Н.В., Захаров, С.М., Лариков, Л.Н., Мазанко, В.Ф. Массоперенос железа при воздействии электрического разряда // Укр. физ. журн. – 1982. – 27, №1. – с. 65-70.
2. Михайлов, В.В., Перетятку, П.В., Герцрикен, Д.С., Мазанко, В.Ф. Влияние магнитного поля на структуру и фазовый состав покрытий, полученных при электроэрозионном легировании // Электрообработ. металлов. – 1995. - № 4. – с. 15-19.
3. Герцрикен, Д.С., Тышкевич, В.М., Прилуцкий, В.С., Фальченко, В.М. Формирование интерметаллических покрытий на основе Pt_3Zr при электроискровой обработке металлов // Металлофизика. – 1993. – 15, № 6. – с. 85-87.
4. Паспорт АИИЗ.299.157 ПС Академии Наук МССР ИПФ. Опытный завод, 1984.
5. Арсенюк, В.В., Герцрикен, Д.С., Мазанко, В.Ф., Фальченко, В.М. Міграція атомів у метастабільному твердому розчині залізо – аргон // Доп. НАН України. – 1997. - № 8. – с. 108-112.
6. Вол, Д.Е. Структура и свойства двойных металлических систем. Т. 2. – Москва: Физматгиз, 1962. – 983 с.

CZU: 539.374.4

A STUDY OF PHASE COMPOSITION OF MOLYBDENUM COVERINGS ON IRON AND STEEL OBTAINED BY ELECTRIC SPARK PROCESSING

Pavel Pereteatcu, Senior lecturer, PhD; **Alexandr Ojegov**, post-graduate student
(Alec Russo Balti State University, Moldova)

Dina Ghertsriken, PhD; **Vladimir Mazanco**, Professor, Doctor Habilitat
(Institute of the Physics of Metals, NANU, Kiev)

Penetration of atoms and formation of transition phases in a zone of interaction of the main metal and plotted covering was studied by methods of Mössbauer spectroscopy, radiometric and X-rays analysis. The difference in the phase formation and velocity of migration of atoms was established for iron and steel, which is connected to the influence of carbon atoms upon mass transfer. The phases, which result in hardening surface strata of material under the pulse processing, were determined.

Prezentat la redacție la 03.12.08