

Изследване влиянието на различни режими от отлагане на желязно-никелово-кадмиевите покрития върху сцеплението им с основата

Евгени Драголов, Даниел Бекана, Александър Монов

The paper uses a method which determines certain values of the studied variables that define the modes of deposition of iron-nickel-cadmium coatings. The cybernetic model, which is closely related to the methodology for the definitions of adhesion of iron-nickel-cadmium coatings with the bases, is used.

Key Word: Coating, Electrolyte, Cybernetic model

ВЪВЕДЕНИЕ

Традиционната практика за развитие на покритията се състои в производството на многобройни проби с променящ се състав и вариации на елементите, както и режим на обработка, за да се определят състави с оптимални свойства. Този подход води до високи разходи за експериментиране. Именно затова от методите за насочено търсене, методът „проба-грешка“ стои най-ниско в йерархията и е най-непредпочитания.

Алтернативен и ефективен подход е да се използват свързани като състав, обработка и свойства резултати от предишен опит, обработени до статистичен модел, в основата на който е голяма база данни. Проектирането на състава на сплавите и оптимизирането на параметрите на технологичния процес са пряко свързани с разрешаване на компромиса между стойностите на измерените величини, съотнесени към определени селектирани показатели на качеството, за множество материали от изследвана група или даден клас [1]. Най-характерното за тези подходи е, че те не използват принципите на металургията и физиката на металите. Разчита се предимно и само на априорна информация за връзката състав- обработка и влиянието им върху крайните свойства. Предимството на статистическите в сравнение с физическите модели, се крие в способността им да определят комплекс и по своевременно и ефективен начин да получат информация, дори когато не съществуват добре установени физични теории и модели [2].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Металургичният дизайн е не само проектиране на основата с легиращи елементи по вид, брой и количество, но и отчитане на техния синергичен ефект. Необходимо е да се подбере такъв синергичен ефект по комбинация от елементи, в който по-скъпо струващите елементи да са в по-малки количества. Наред с изпълнението на тази задача, металургичният дизайн трябва да изпълни и търсения компромис между свойствата на продукта, зависещи от параметрите на обработка. Тези няколко групи параметри би трябвало да формират общо параметрите на обработката и състава. Сложността на така дефинираната задача се състои в големия брой на INPUT-параметрите, както и на обстоятелството, че химическият състав участва невяно чрез синергичния ефект, в системата „състав – обработвания – структура – свойства – цена“.

Едно основно следствие от технологията на пожелезяване е придобиване от повърхността на детайлите на специфични качества и най-често в общия случай това е устойчивост към износване. Технологичният процес е целесъобразно да се прилага, както за възстановяване на износени части до състояние, в което те могат да работят с удължаване на експлоатационния си живот, така и на нови детайли.

Предлага се следният начин за дискретизация:[6]

Определени стойности на изследваните величини (C, β , pH и T) образуват съответен масив (YM) /фиг.1/ при съответната зададена дискретизация. Заедно стова

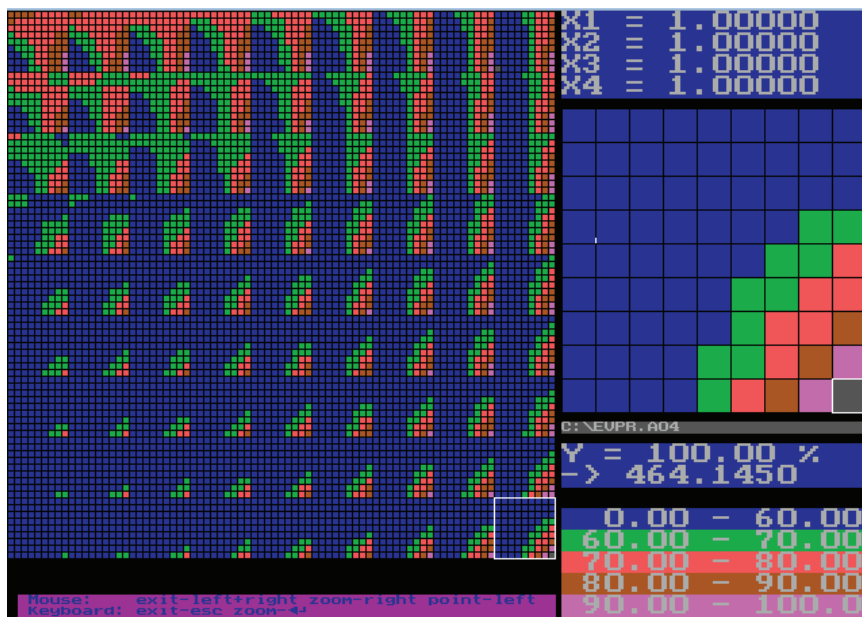
се решава и оптимизационна задача за определяне на $\gamma_{M_{max}} = 464,1$ МПа [g] и $\gamma_{M_{min}} = 450,1$ МПа.

T	C	RH	313			323			333			343			353		
			0,55	0,8	1,05	0,55	0,8	1,05	0,55	0,8	1,05	0,55	0,8	1,05	0,55	0,8	1,05
10	3	β	462.1	461.3	460.5	460.8	460.7	460.7	459.4	460.2	460.8	458.1	459.5	461.0	456.7	458.9	461.2
	9	β	459.1	460.5	462.1	457.66	459.9	462.1	456.2	459.3	462.2	454.8	458.6	462.3	453.5	458	462.4
	15	β	456.0	459.7	463.5	454.5	459.1	463.6	453.1	458.3	463.6	451.6	457.6	463.6	450.1	456.9	463.7
15	3	β	460.4	459.2	458	459.4	458.9	458.4	458.4	458.7	458.9	457.4	458.4	459.4	456.3	458.1	459.9
	9	β	458.0	459.1	460.2	457.0	458.8	460.6	455.9	458.4	461.0	454.8	458.1	461.4	453.7	457.9	461.9
	15	β	455.7	459.0	462.4	454.5	458.6	462.7	453.4	458.2	463.1	452.3	457.8	463.4	451.1	455.9	463.8
20	3	β	458.7	457.1	455.4	458	457.1	456.2	457.3	457.2	457	456.6	457.2	457.8	455.9	457.3	458.6
	9	β	457.0	457.6	458.3	456.3	457.6	459.0	455.3	457.6	459.8	454.8	457.6	460.5	454.0	457.7	461.3
	15	β	455.3	458.2	461.2	454.5	458.2	461.8	453.7	458.1	462.5	452.9	458.1	461.2	452.1	458.0	463.9
25	3	β	456.9	454.8	452.8	456.6	455.3	454	456.3	455.7	455.1	455.9	456.1	456.2	455.5	456.5	457.4
	9	β	455.9	456.2	456.4	455.6	456.5	457.5	455.2	456.8	458.5	454.7	457.2	459.6	454.3	457.5	460.7
	15	β	455.0	457.5	459.9	454.5	457.7	461.0	454.0	458.2	462.0	453.5	458.3	463.0	453.1	458.5	464.0
30	3	β	455.3	452.8	450.2	455.2	453.5	451.7	455.2	454.2	453.2	455.1	455.0	454.6	455.1	456.6	460.1
	9	β	454.9	454.7	454.5	454.8	455.4	455.9	454.7	456.1	457.3	454.7	456.7	458.7	454.6	457.4	460.1
	15	β	454.6	456.7	458.8	454.5	457.3	460.1	454.4	457.9	461.5	454.2	458.5	462.8	454.0	459.1	464.1

ЛЕГЕНДА:

- - 0÷60%
- - 70÷80%
- - 90÷100%
- - 60÷70%
- - 80÷90%

Фиг.1 Цифрово сканиране с четирите стойности на управляващите параметри на зададените нива при изследване на сцеплението



Фиг.2 Цветово сканиране с четирите стойности на управляващите параметри на зададените нива при изследване на сцеплението

Трансформираните стойности на изследваните величини са равномерно и процентно: 0÷60; 60÷70; 80÷90; 90÷100. Тази трансформация се осъществява чрез уравнение (1):

$$Y_{\%} = \frac{YM - YM_{\min}}{YM_{\max} - YM_{\min}} \cdot 100, \quad (1)$$

и показват отношението между YM_{\max} и YM_{\min} .

От схемата се вижда решаването на задачата за анализ. Тя се осъществява чрез цветно ранжиране на дискретизираните клетки от дифузионната област.

Таблица 1
Нива и интервали на кодираните фактори при определяне на сцеплението на желязно-никелово-кадмиевото покритие с основата

Фактори	Код	Интервал на вариране	Нива на кодираните фактори				
			-1,414	-1	0	+1	1,414
Температура на електролита- X_1 T(K)	$X_1 = \frac{Z_1 - 333}{20}$	20	305	313	333	353	361
Концентрация на $NiCl_2, CdCl_2$ - $X_2, C(g/l)$	$X_2 = \frac{Z_2 - 20}{10}$	10	5,86	10	20	30	34,14
Киселинност на електролита- X_3 рН	$X_3 = \frac{Z_3 - 0,8}{0,25}$	0,25	0,45	0,55	0,8	1,05	1,15
Катодно-аноден показател- X_4 β	$X_4 = \frac{Z_4 - 9}{6}$	6	0,54	3	9	15	17,48

$$Y_{\text{сц.}} = 475,65 - 1,6 \cdot X_2 + 2,1 \cdot X_3 + 0,48 \cdot X_4 + 1,31 \cdot X_1 X_2 + 1,5 \cdot X_1 X_3 - 0,125 \cdot X_1 X_4 - 0,86 \cdot X_2 X_3 + 1,38 \cdot X_2 X_4 + 2,28 \cdot X_3 X_4 \quad (2)$$

Кибернетичният модел е тясно свързан с методиката за определяне на сцеплението на желязно-никелово-кадмиевото покритие с основата. Един от основните методи за определяне здравината на сцепление на покритията с основния метал е щифтовия метод. За образец служи шайба, в отвора на която се поставя цилиндричен щифт, по такъв начин че неговата напречна повърхност се намира на едно ниво с основата на шайбата. След съответната подготовка се осъществява нанасянето на покритието върху общата повърхност, получена от щифта и шайбата.

Изпитанията се извършват, чрез изтегляне на щифта от шайбата с помощта на машина за опън, като се отчита силата на изтегляне в МРа.

Повърхността на щифта се определя от покритието по границата на раздела. При такова „чисто“ отделяне, здравината на свързване на покритието се определя само от нормалното напрежение $\tau_{\text{сц.}}$, което се намира по формулата (3):

$$\tau_{\text{сц.}} = \frac{4P}{\pi \cdot d^2}, \quad (3)$$

където: P- максимална стойност на разрушаващото усилие, МРа
d- диаметър на повърхността на щифта, mm

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изследването е използван следният начин на дискретизация: определят се стойностите на изследваните величини (C, β , рН и T), които образуват съответен масив (Y_M) /фиг.1/ при съответната зададена дискретизация. Наред с това се решава оптимизационната задача за определяне на $YM_{\max} = 464,1$ МРа и $YM_{\min} = 450,1$ МРа.

Кибернетичният модел е тясно свързан с методиките за определяне сцеплението на желязно-никелово-кадмиевото покритие с основата.

Таблица 2

Условия и резултати от опитите при определяне здравината на сцепление на желязно-никелово-кадмиевите покрития с основата, в МРА

№ на опит	X ₁		X ₂		X ₃		X ₄		У _{ср}	У _{IT}
	код	T [K]	код	C [g/l]	код	pH	код	β	сред. p-тат	теор. p-тат
1	+1	353	+1	30	+1	1,05	+1	15	487	482,7
2	-1	313	+1	30	+1	1,05	+1	15	473	477,2
3	+1	353	+1	30	-1	0,55	+1	15	470	472,0
4	-1	313	+1	30	-1	0,55	+1	15	473	473,0
5	+1	353	+1	30	+1	1,05	-1	3	472	474,5
6	-1	313	+1	30	+1	1,05	-1	3	470	468,5
7	+1	353	+1	30	-1	0,55	-1	3	471	473,3
8	-1	313	+1	30	-1	0,55	-1	3	472	473,7
9	+1	353	-1	10	+1	1,05	+1	15	479	482,3
10	-1	313	-1	10	+1	1,05	+1	15	489	482,3
11	+1	353	-1	10	-1	0,55	+1	15	471	461,1
12	-1	313	-1	10	-1	0,55	+1	15	472	474,6
13	+1	353	-1	10	+1	1,05	-1	3	484	479,6
14	-1	313	-1	10	+1	1,05	-1	3	476	479,0
15	+1	353	-1	10	-1	0,55	-1	3	474	474,9
16	-1	313	-1	10	-1	0,55	-1	3	481	480,9
17	+1,41	361	0	20	0	0,8	0	9	472	472,7
18	-1,41	305	0	20	0	0,8	0	9	475	473,0
19	0	333	+1,41	34,14	0	0,8	0	9	477	472,5
20	0	333	-1,41	5,86	0	0,8	0	9	474	477,2
21	0	333	0	20	+1,41	1,15	0	9	476	479,0
22	0	333	0	20	-1,41	0,45	0	9	477	472,7
23	0	333	0	20	0	0,8	1,41	17,48	475	476,5
24	0	333	0	20	0	0,8	-1,41	0,54	478	475,1
25	0	333	0	20	0	0,8	0	9	471	473,6

ЛИТЕРАТУРА

[1]Tontchev N., Materials Science, Effective solutions and Technological variants LAMBERT Academic Publishing,2014.

[2]Монов А., М. Иванов Н.,Тончев Н. Приложения на числени методи за анализ на селектирани параметри на качеството в областта на възстановяването на метални изделия, XXII Международна конференция Транспорт.

[3]Кангалов, П.Г. Изследване възстановяването на плъзгащи лагери от автотракторната и земеделска техника. Русе, 2001

[4]Станев, Л.Г., Сравнително изследване на триботехническите характеристики на антифрикционните материали в процеса на сработване и износване. НТК с международно участие, АМТЕХ, Пловдив, Сб.доклади „Трибология”, 1999

[5]Шокин Ю.Интервальный анализ."Наука",Новосибирск,1981

[6]Алефельд Г.,Херцбергер Ю.Введение в интервальные вычисления.Москва,1987

За контакти:

д-р инж. Евгени Драголов, главен учител, Професионална гимназия по електроника „Ал.Ст.Попов"-гр. Велико Търново; GSM: 0889820043; e-mail: edragolov@yahoo.com

доц. д-р Даниел Бекана, РУ „Ангел Кънчев” - гр.Русе, GSM:0895586622;

e-mail: dbekana@uni-ruse.bg

инж. Александър Любомиров Монов, ПГТЕ "Хенри Форд" – гр.София; GSM: 0898547014; e-mail: a_monov@abv.bg