

МНОГОФАКТОРНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА КОНВЕРСИОННО ФОСФАТНО ПОКРИТИЕ

Пламен Кангалов, Гергана Станева

A lot of factors have influence on conversional phosphate plating process. The searching of optimum worth at these with purpose receiving of functional conversional phosphate plating it is used to be implementing multifactor experiment.

Key words: multifactor experiment, conversional phosphate plating

ВЪВЕДЕНИЕ

Високите темпове на развитие изискват създаването на нови и усъвършенстването на съществуващи технологични процеси при минимални срокове за внедряването им в производство и с минимални разходи по внедряване. Тези две неща по само себе си са противоположни. Ускореното внедряване на новите технологии и на усъвършенстваните технологии изисква участието на голям работен екип и провеждането на множество експерименти, което е в противовес с изискването за минимални разходи.

Един важен подход при решаването на тази задача е възможността за прилагане на математически апарат, съобразен с конкретните условия и позволяващ реализирането на минимален брой експерименти, с цел намирането на оптимално решение на съответните задачи [2,4].

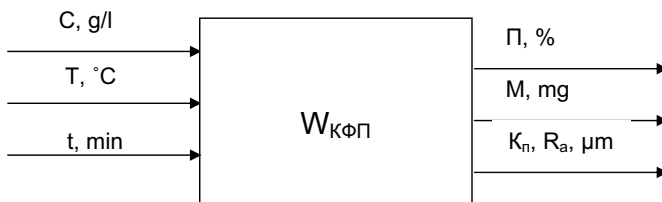
Най-разпространеният начин за предотвратяване на адхезионно износване е вмъкването на трети елемент между двете повърхности, за да се предотврати допирането им докато са в относително движение. Третият елемент, или смазка, може да бъде масло, графит, молибденов дисулфид или газ под налягане. Независимо дали приложеният товар причинява разпадане на този смазочен слой или средата се оказва враждебна към него, напр. при наличието на разтворители или висока температура, могат да се търсят други методи за предотвратяване на адхезията и износването. В тези случаи химичните конверсионни покрития могат да се окажат полезни: промяната на химическия състав на повърхността на едната или двете допиращи се части може да намали съществено риска от взаимното спояване на неравностите, дори когато се работи без конвенционално смазване [3].

Вместо да се променя състава на единия или на двата материала, в много случаи е по-удобно и по-икономично, а понякога и по-ефективно те да се направят съвместими, чрез химична конверсия, на едната или двете повърхности в съединения със съвсем различни качества.

Целта на фосфатирането е да преобразува напълно металната повърхност в неметална такава.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Анализирайки получените резултати от проведените предварителни еднофакторни експериментални изследвания, априоранта информация и прилагайки метода на „черната кутия“ е разработен следния кибернетичен модел на процеса за получаване на конверсионно фосфатно покритие.



Фиг.1 Кибернетичен модел на процеса за получаване на фосфатно покритие

Съгласно направеното проучване на априорната информация и направения предварителен експеримент за входни фактори на избрания модел за планиране на експеримента са приети следните независими фактори:

- C – концентрация на NaNO_3 (X1);
- T – температура на електролита (X2);
- t – време за обработка(X3).

След приключване на технологичния процес на нанасяне на конверсионни фосфатни покрития се контролира качеството на наесеното покритие, оценено с порестостта, масата и грапавостта.

След анализа на априорната информация и проведените предварително експерименти е избрана локалната област на факторно пространство при което се получават функционални конверсионни фосфатни покрития. В табл. 1 са приведени основните характеристики на избраната от нас локална област за провеждане на многофакторен експеримент [1].

Таблица 1

Локалната област на факторното пространство

№	Характеристики		Фактори		
	Наименование	Кодово означение	C	t	T
			g/l	°C	min
1	Основно ниво	0	16	20	40
2	Интервал на вариране	I	3	5	10
3	Горно ниво	+1	19	25	50
4	Долно ниво	-1	13	15	30
5	Кодово означение	x_j	X_1	X_2	X_3

От направеното от нас предварително проучване като основен критерий и изходен параметър на процеса за получаване на конверсионно фосфатно покритие, беше приета порестостта, а като спомагателни параметрите - грапавостта и масата на полученото покритие [5].

В качеството на математичен модел за описание обекта на изследване е избран полином от първа степен във формата на уравнение на регресия:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3, \quad (1)$$

където \hat{y} е функцията на отклика на обекта на изследване;

x_1, x_2, x_3 са кодовите означения на факторите на експеримента;

b_0, b_1, b_2, b_3 - коефициентите на уравнението на регресия.

Кодовите стойности на факторите са определени от зависимостта:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i} \quad (2)$$

Таблица 2

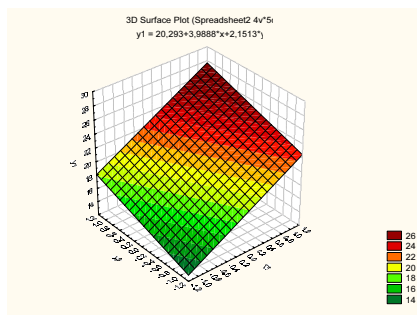
Матрица за планиране на експериментите и резултатите

	1 x1	2 x2	3 x3	4 x12	5 x13	6 x23	7 y1	8 y2	9 y3
1	0	0	0	0	0	0	20,65	1,232	0,1408
2	1	1	1	1	1	1	29,33	0,8942	0,0596
3	-1	-1	1	1	-1	-1	22,03	1,215	0,1589
4	1	-1	-1	-1	-1	1	16,45	0,755	0,0069
5	-1	1	-1	-1	1	-1	21,73	0,76	0,0138
6	-1	-1	-1	1	1	1	13,37	1,6054	0,0633
7	1	1	-1	1	-1	-1	20,94	1,3166	0,1943
8	1	-1	1	-1	1	-1	24,27	1,622	0,1523
9	-1	1	1	-1	-1	1	30,59	2,6333	0,4377

Таблица 3

Резултати от регресионния анализ на експеримента за порестостта, %

		Regression Summary for Dependent Variable: y1 (Spreadsheet2)					
		R= ,97979631 R_ = ,96000081 Adjusted R_ = ,93600130					
		F(3,5)=40,001 p<,00064 Std.Error of estimate: 1,3878					
N=9		Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(5)	p-level
	Intercept			22,15111	0,462610	47,88293	0,000000
	x1	0,074509	0,089442	0,40875	0,490672	0,83304	0,442782
	x2	0,603134	0,089442	3,30875	0,490672	6,74331	0,001088
	x3	0,768557	0,089442	4,21625	0,490672	8,59281	0,000352



Фиг.2 Изменение на порестостта в зависимост от температурата на електролита и времето за получаване на покритието

Пресмятането на грешката от опита се осъществява чрез изчисляване на дисперсията на паралелните опити:

$$s_u^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (y_{uk} - \bar{y})^2 \quad (3)$$

Тя може да се осъществи чрез проверка на дисперсията s_u^2 по критерия на Кохрен:

$$G_p = \frac{s_{u_{\max}}^2}{\sum_{u=1}^N s_u^2}, \quad (4)$$

където $s_{u_{\max}}^2$ е максималната стойност на дисперсията;

$$\sum_{u=1}^N s_u^2 \text{ - сумата от всички дисперсии.}$$

Ако е изпълнено условието $G_p < G_T$, хипотезата за еднаквост на дисперсията се приема. Грешката от експеримента се изчислява от формулата:

$$s_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N s_u^2. \quad (5)$$

Проверка на значимостта на коефициентите на регресия се осъществява от условието:

$$t_{ip} > t_T, \quad (6)$$

$$\text{където } t_{ip} = \frac{|b_i|}{s_{b_i}},$$

$$s_{b_i}^2 = \frac{s_0^2}{N} \text{ - дисперсията на коефициентите на регресия;}$$

t_T - табличното значение на коефициента на Стюдент.

Проверката на адекватността на линейното уравнение на регресия за решаване на задачи от такъв тип се извършва по критерий на Фишер:

$$F_p < F_T, \quad (7)$$

където F_T е табличното значение на критерия на Фишер;

$$F_p = \frac{s_{\text{ад}}^2}{s_0^2} \quad (8)$$

-пресметнатото значение на критерия на Фишер;

$$s_{\text{ад}}^2 = \frac{m}{N-n-1} \sum_{u=1}^N (\bar{y} - \hat{y})^2 \quad (9)$$

-разсейването на адекватността.

За тази цел първо се пресмятат предсказаните стойности за полученото уравнение за всеки един опит. След това пресмятаме остатъците:

$$\bar{e}_j = \bar{Y}_j - \bar{Y}_{kj}. \quad (10)$$

В резултата на проведеното многофакторно изследване са получени следните регресионни уравнения:

$$\Pi = 22.15111 + 0.40875X_1 + 3.30875X_2 + 4.21625X_3 \quad (11)$$

$$Ra = 1.337056 - 0.203237X_1 + 0.050837 + 0.240938X_3 \quad (12)$$

$$G = 0.136400 - 0.032575X_1 + 0.040500X_2 + 0.066275X_3 \quad (13)$$

От получените корелационни зависимости 11, 12 и 13 ясно се вижда, че най-съществено влияние върху качеството на покритието, оценено с порестостта, оказва времето за получаване на покритието.

ИЗВОДИ

1. Разработен и предложен е кибернетичен модел (фиг.1) за изследване параметрите на режима и условията на нанасяне на конверсионни фосфатни покрития.

2. Получени са интерполационни уравнения за порестостта на нанесеното конверсионно фосфатно покритие.

3. Проведеният многофакторен експеримент и получените регресионни уравнения 11, 12 и 13 показват, че приетият математичен модел достатъчно точно възпроизвежда изследвания процес за нанасяне на конверсионно фосфатно покритие.

4. Установено е, че най-съществено влияние върху качеството на покритието, оценено с порестостта, оказва температурата на елиторлита.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Адлер Ю.П. Въведение в планирование эксперимента. Москва, „Металлургия“, 1969.

[2] Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологи. Киев, “Вища школа”, 1975

[3] Веселова Н.А. и др. Фосфатная защита сталнх поверхностей. Ленинград, „Машиностроение“, 1989.

[4] Митков Ат., Минков Д. Статистически методи за изследване и оптимизиране на ССТ. София, ЗЕМИЗДАТ, 1989

[5] Кангалов Пл., Стоянов В., Станева Г. Методика за изследване на процеса на получаване на конверсионно фосфатно покритие. Сб. Научни трудове на РУ „Ангел Кънчев“, Русе, 2003

За контакти:

доц. д-р инж. Пламен Ганчев Кангалов – Русенски университет “Ангел Кънчев”, катедра “Ремонт, надеждност и химични технологии”, тел. +359 (82) 888 – 701, e_mail: kangalov@ru.acad.bg

д-р инж. Гергана Любомирова Станева – Русенски университет “Ангел Кънчев”, катедра “Ремонт, надеждност и химични технологии”, тел. +359 (82) 888 – 809, e-mail: gstoycheva@ru.acad.bg