

Приложение на интервалния подход при определяне влиянието на режима на отлагане на желязно-никелово-кобалтово-мангановите покрития върху микротвърдостта им

Евгени Драголов, Пламен Кангалов

It is typical that the interval approach is associated with the methodology for multi-criteria optimization modes of deposition of electrolytic alloy in its micro-hardness.

Keywords: electrolysis, modes, deposition, nickel, cobalt, manganese.

ВЪВЕДЕНИЕ

Опитът от изследванията и експлоатацията на техниката с възстановени детайли показва, че една от най-важните характеристики на тези детайли е микротвърдостта. Тя е съществена характеристика за работоспособността на покритията и детайлите като цяло.

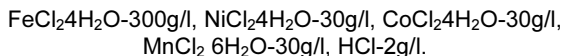
Железните електролитни покрития с висока твърдост и вътрешни напрежения се формират под влиянието на редица фактори. Когато се получава покритие легирано с никел, кобалт и манган допълнително влияние оказва образуването на твърд разтвор от никел, кобалт и манган в желязото. Тук са възможни и други изменения вследствие насищане с водород, включване на примеси и хидроокиси и структурни преобразувания пряко свързани със съвместното отделяне на желязо, никел, кобалт и манган.

Управлението на факторите на процеса електролитно отлагане и избора на рационална технология от експлоатационна гледна точка се отнася до конкретния обект. За предмет на настоящото изследване са избрани детайли от земеделската и автотракторна техника, работещи в условия на абразивно износване.

Целта на настоящото изследване е чрез интервалния подход да се определи влиянието на отделните фактори върху електролизата за получаване на електролитна сплав от желязо, никел, кобалт и манган с висока микротвърдост при отлагане в горещи хлоридни електролити.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Интервалният подход е развит чрез задачата за анализ и задачата за многокритериална оптимизация, които са приложени при използването на смесен електролит със състав:



Разгледано е влиянието на факторите на режима на електролитното отлагане върху повишаване микротвърдостта на сплавното покритие.

Прилагането на многокритериалния подход в областта на електролитното отлагане може да се осъществи след дефинирана многокритериална задача. Дефинирането включва извеждане на критериите в зависимост от параметрите на режима на електролизата и определяне компромиса на желаните стойности от тези критерии.[2]

Управляващите фактори от табл.1 оказват влияние върху механичните и геометричните характеристики на отложеното покритие.

Таблица 1

Нива и интервали на кодираните фактори при определяне на процентното съдържание на никел,кобалт и манган в желязно-никелово-кобалтово-манганово покритие

Фактори	Код	Интервал на вариране	Нива на кодираните фактори				
			-1,414	-1	0	+1	1,414
Концентрация Ni Со и Mn сол в електролита Z ₁ C (g/l)	$X_1 = \frac{Z_1 - 20}{10}$	10	5,86	10	20	30	34,14
Катодно-аноден показател Z ₂ -β	$X_2 = \frac{Z_2 - 9}{6}$	6	0,54	3	9	15	17,48
Средна катодна плътност на тока Z ₃ , Дк ^{ср} (kA/m ²)	$X_3 = \frac{Z_3 - 3,5}{2}$	2	0,672	1,5	3,5	5,5	6,328
Температура на електролита Z ₄ T (K)	$X_4 = \frac{Z_4 - 333}{20}$	20	305	313	333	353	361

Покритията с по-висока концентрация на легиращите елементи от смесени електролити с асиметричен променлив ток имат микротвърдост от тази на желязните покрития получени при аналогични условия с постоянен ток.[4]

Други изследвания показват,че микротвърдостта на желязно-никелово-кобалтово-мангановите покрития,получени при постоянна средна катодна плътност на тока Дк^{ср} = 4 kA/m² и различни значения на катодно-анодния показател β в електролит 300x10x10x10 е по-голяма,отколкото при желязни покрития.Трябва да се отбележи,че при тези условия се извършва увеличаване на съдържанието на никела,кобалта и мангана в покритието от 1,5 до 3,5% при намаляване на β в указания интервал. Нарастването на микротвърдостта на желязно-никелово-кобалтово-мангановите покрития получени в електролит 300x30x30x30 е значително по-малко,отколкото при покрития получени в електролит 300x10x10x10,въпреки че увеличеното съдържание на никеловия,кобалтовия и мангановия дихлорид в смесения електролит води до обогатяване на покритията с Ni,Co и Mn в областта на малките стойности на β.

Провеждането на процеса на отлагане при температура на електролита по-висока от 353K и по-ниска от 333K води до значителни промени в микротвърдостта на сплавното покритие в целия диапазон от регулируеми параметри на асиметричния променлив ток.


Всичко това наложи да бъде изпълнен определен план на експеримента и изведане на адекватен регресионен модел определящ изследваните величини.


$$Y_M = 6280 - 0,151 \cdot \text{Дк}^{\text{ср}} \beta + 1,409 \cdot \text{Дк}^{\text{ср}} - 7,521 \cdot T + 0,231 \beta \cdot T - 1,269 \cdot \beta^2 + 22,787 \cdot \beta + 0,043 \cdot \text{Дк}^{\text{ср}} \cdot T - 0,015 (\text{Дк}^{\text{ср}})^2 - 0,351 \cdot C$$


Сканира се поотделно всяка от изследваните величини в интервала [-1;1] с определена стъпка.Изследва се четиримерното пространство,образувано от четирите фактори на вариране и изследваната величина-микротвърдостта.[3] Следва да се определят реалните стойности на изследваната величина (микротвърдостта) в съответствия с дименсия и конкретна комбинация на факторите от технологичния режим.


C β	Дк	10			15			20			25			30			
		1,5	3,5	5,5	1,5	3,5	5,5	1,5	3,5	5,5	1,5	3,5	5,5	1,5	3,5	5,5	
3	T	313	6105	6120	6135	6103	6119	6134	6102	6117	6114	6099	6115	6130	6098	6113	6128
		333	6020	6043	6058	6025	6041	6057	6027	6039	6055	6022	6038	6053	6020	6036	6051
		353	5949	5965	5981	5947	5964	5980	5946	5962	5978	5944	5960	5976	5942	5958	5974
6	T	313	6223	6243	6287	6226	6241	6255	6225	6239	6254	6222	6237	6252	6221	6236	6250
		333	6151	6166	6181	6150	6165	6180	6148	6163	6178	6146	6161	6176	6144	6154	6174
		353	6075	6090	6105	6073	6088	6103	6071	6087	6102	6069	6025	6099	6068	6083	6098
9	T	313	6345	6359	6372	6343	6357	6370	6341	6355	6369	6339	6353	6367	6338	6352	6365
		333	6269	6284	6297	6268	6282	6296	6266	6280	6294	6264	6278	6292	6262	6276	6290
		353	6194	6208	6223	6192	6207	6221	6190	6205	6219	6188	6203	6217	6187	6201	6216
12	T	313	6455	6468	6402	6453	6467	6479	6452	6465	6478	6450	6463	6476	6448	6461	6474
		333	6381	6394	6407	6379	6392	6406	6377	6391	6404	6376	6389	6402	6376	6387	6400
		353	6306	6320	6334	6304	6318	6332	6303	6317	6330	6301	6315	6329	6299	6313	6327
15	T	313	6559	6572	6584	6558	6570	6582	6557	6568	6580	6554	6566	6578	6552	6565	6577
		333	6486	6497	6511	6484	6497	6509	6482	6495	6508	6481	6493	6506	6479	6492	6504
		353	6413	6426	6437	6411	6424	6437	6409	6422	6435	6407	6421	6433	6406	6419	6432


Легенда:

 - 0÷60%

 - 70÷80%

 - 90÷100%

 - 60÷70%

 - 80÷90%

Фиг.1 Схема на дискретизация на четирите стойности на параметъра X₄

Предлага се следният начин за дискретизация:[1]

Определени стойности на изследваните величини/C,β,Дк^{CP}иT/ образуват съответен масив (Y_M) /фиг.1/ при съответната зададена дискретизация.Заедно това се решава и оптимизационна задача за определяне на Y_{Mmax}= 6584 МРа и Y_{Mmin}=5942 МРа.

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

$$Y\% = \frac{YM - YM \min}{YM \max - YM \min} \cdot 100,$$

и показват отношението между Y_{Mmax} и Y_{Mmin} .

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

ИЗВОДИ

1. Дефинираният подход успешно е приложен в областта на електролитното напластяване за определяне на технологичните режими, осигуряващи покрития с минимална микротвърдост 5942 МПа и максимална-6584 МПа.

2. Отношението $90 \div 100\%$ имаме преобладаващо при $\beta=15$ и $T=353\text{K}$, $80 \div 90\%$ - при $\beta=15$ и $T=333\text{K}$, $70 \div 80\%$ - при $\beta=15$ и $T=313\text{K}$ и $60 \div 70\%$ - при $\beta=9$ и $T=313\text{K}$.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Tontchev N, N. Hristov Method for solving multiple criteria decision making (MCDM) problems in building-up by welding area, VIII International Congress Machines, technologies, materials, 2011, vol.1, pp.98-102.

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

[3] Христов Н., Тончев Н. Интервален подход и прилагането му за решаване на задачи от областта на наваряването. ТУ-филиал Пловдив, Международна конференция, 2009

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

Докладът е рецензиран.