

Dekoratívne i tehničke prevlake nikla - uticaj aditiva i uslova rada -

Prevlake nikla imaju sve širu primenu u savremenoj industriji zahvaljujući dobrim zaštitnim, dekorativnim i tehničkim osobinama. U radu je opisan uticaj aditiva i uslova rada na kvalitet i tip prevlake nikla.

UVOD

Prevlake nikla imaju sve širu primenu u savremenoj industriji zahvaljujući dobrim zaštitnim, dekorativnim i tehničkim osobinama. Od ukupne količine istaloženih metalnih prevlaka u svetu su:

- 25 % prevlake cinka
- 20 % prevlake nikla
- 15 % prevlake bakra
- 15 % prevlake hroma
- 25 % ostali metali

Da su prevlake nikla tako rasprostranjene leži u mogućnosti dobijanja željenih osobina u rasponu od:

- Ogledalastosjajne prevlake nikla
- Polusjajne prevlake nikla
- Saten nikla
- Crnog nikla
- Antracit nikla
- Bojenog nikla itd.

Koji tip prevlake izabratí svakako zavisi od:

- kvaliteta i osobina osnovnog materijala (gvožđe, čelik, livene legure cinka "zamak", legure bakra, aluminijuma, plastične mase...)
- mogućnosti predobrade osnovnog materijala (aktiviranje aluminijuma, katalizacija ABS plastike)
- opsega primenjene gustine struje
- pokrivna moć i efekat poravnavanja elektrolita
- zahtevani sjaj prevlake
- koroziona otpornost
- tvrdoća

- duktilnost
- adhezija
- kristalna struktura

Elektrodni potencijal nikla je pozitivniji od potencijala gvožđa, što znači da će prevlaka nikla imati zaštitna svojstva samo ukoliko je neporozna. Prevlake nikla su manje ili više porozne, a njihova poroznost zavisi od debljine prevlake i uslova taloženja. Tek prevlake debljine iznad 25 mikrona mogu se smatrati neporoznim, ali su tako debele prevlake nikla neekonomične i retko se talože. Najčešće se talože višeslojne prevlake bakar-nikal-hrom ili polusjajni nikal-sjajni nikal-hrom. Prevlake bakra kao podsloj za nikal upotrebljavaju se jer su sjajne, dobro prijanjaju za čelik, a adhezija prevlake nikla za bakar je odlična.

VISOKOSJAJNE PREVLAKE NIKLA

Viskosjajne prevlake nikla su svakako našle najširu primenu u automobilskoj industriji, građevinarstvu, industriji bele tehnike, proizvodnji nameštaja, unutrašnje dekoracije, opreme za kupatila, industriji oružja.

Standardan elektrolit za niklovanje zasnovan je na takozvanom Vatovom elektrolitu čije su komponente:

NiSO ₄ x6H ₂ O	cca. 300 g/l
NiCl ₂ x7H ₂ O	cca. 50 g/l
H ₃ BO ₃	cca. 45 g/l
Sredstvo za kvašenje - nejonogeni surfaktant	cca. 0.5 g/l –
Aditivi za sjaj	do 20 g/l
Radna temperatura	55-60 °C
Gustina struje (4 A/dm ² – ram; 0.5-0.8 A/dm ² – bubanj)	1 – 8 A/dm ²

Brzina taloženja prevlake nikla prikazana je u tablici 1.

Adresa autora: ¹"Protekta" a.d. Beograd, ²"RV Metal" d.o.o. Beograd

Tablica 1 - Brzina taloženja prevlake nikla pri 100% iskorišćenju struje

brzina taloženja prevlake nikla u mikronima								
A/dm ²	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Min. 1	0,21	0,31	0,41	0,51	0,62	0,82	1,03	1,23
2	0,41	0,62	0,82	1,03	1,23	1,64	2,05	2,46
3	0,62	0,92	1,23	1,54	1,85	2,46	3,08	3,69
4	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	3,28	4,10	4,92
5	1,03	1,54	2,05	2,56	3,08	4,10	5,13	6,15
6	1,23	1,85	2,46	3,08	3,69	4,92	6,15	7,38
7	1,44	2,15	2,87	3,59	4,31	5,74	7,18	8,61
8	1,64	2,46	3,28	4,10	4,92	6,56	8,20	9,84
9	1,85	2,77	3,69	4,61	5,54	7,38	9,23	11,07
10	2,05	3,08	4,10	5,13	6,15	8,20	10,25	12,30
11	2,26	3,38	4,51	5,64	6,77	9,02	11,28	13,53
12	2,46	3,69	4,92	6,15	7,38	9,84	12,30	14,76
13	2,67	4,00	5,33	6,66	8,00	10,66	13,33	15,99
14	2,87	4,31	5,74	7,18	8,61	11,48	14,35	17,22
15	3,08	4,61	6,15	7,69	9,23	12,30	15,38	18,45
16	3,28	4,92	6,56	8,20	9,84	13,12	16,40	19,68
17	3,49	5,23	6,97	8,71	10,46	13,94	17,43	20,91
18	3,69	5,54	7,38	9,23	11,07	14,76	18,45	22,14
19	3,90	5,84	7,79	9,74	11,69	15,58	19,48	23,37
20	4,10	6,15	8,20	10,25	12,30	16,40	20,50	24,60
22	4,51	6,77	9,02	11,28	13,53	18,04	22,55	27,06
24	4,92	7,38	9,84	12,30	14,76	19,68	24,60	29,52
25	5,13	7,69	10,25	12,81	15,38	20,50	25,63	30,75
26	5,33	8,00	10,66	13,33	15,99	21,32	26,65	31,98
28	5,74	8,61	11,48	14,35	17,22	22,96	28,70	34,44
30	6,15	9,23	12,30	15,38	18,45	24,60	30,75	36,90
32	6,56	9,84	13,12	16,40	19,68	26,24	32,80	39,36
34	6,97	10,46	13,94	17,43	20,91	27,88	34,85	41,82
35	7,18	10,76	14,35	18,94	21,53	28,70	35,88	43,05
36	7,38	11,07	14,76	18,45	22,14	29,52	36,90	44,28
38	7,79	11,69	15,58	19,48	23,37	31,16	38,95	46,74
40	8,20	12,30	16,40	20,50	24,60	32,80	41,00	49,20
45	9,23	13,84	18,45	23,06	27,68	36,90	46,13	55,35
50	10,25	15,38	20,50	25,63	30,75	41,00	51,25	61,50
60	12,30	18,45	24,60	30,75	36,90	49,20	61,50	73,80
70	14,35	21,53	28,70	35,88	43,05	57,40	71,75	86,10
80	16,40	24,60	32,80	41,00	49,20	65,60	82,00	98,40
90	18,45	27,68	36,90	46,13	55,35	73,80	92,25	110,70
120	24,60	36,90	49,20	61,50	73,80	98,40	123,00	147,60

brzina taloženja prevlake nikla u g/m ²								
A/dm ²	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Min. 1	1,82	2,74	3,65	4,56	5,47	7,30	9,12	10,95
2	3,65	5,47	7,30	9,12	10,95	14,60	18,25	21,89
3	5,47	8,21	10,95	13,68	16,42	21,89	27,37	32,84
4	7,30	10,95	14,60	18,25	21,89	29,19	36,49	43,79
5	9,12	13,68	18,25	22,81	27,37	36,49	45,61	54,74
6	10,95	16,42	21,89	27,37	32,84	43,79	54,74	65,66
7	12,77	19,16	25,54	31,93	38,32	51,09	63,86	76,63
8	14,60	21,89	29,19	36,49	43,79	58,39	72,98	87,58
9	16,42	24,63	32,84	41,05	49,26	65,68	82,11	98,53
10	18,25	27,34	36,49	45,61	54,74	72,98	91,23	109,47
11	20,07	30,11	40,14	50,18	60,21	80,28	100,35	120,42
12	21,89	32,84	43,79	54,74	65,66	87,58	109,47	131,37
13	23,72	35,58	47,44	59,30	71,16	94,88	118,60	142,32
14	25,54	38,32	51,09	63,86	76,63	102,18	127,72	153,26
15	27,37	41,05	54,74	68,42	82,11	109,47	136,84	164,21
16	29,19	43,79	58,39	72,98	87,58	116,77	145,97	175,16
17	31,02	46,53	62,04	77,54	93,05	124,07	155,09	186,11
18	32,84	49,26	65,68	82,11	98,53	131,37	164,21	197,05
19	34,67	52,00	69,33	86,67	104,00	138,67	173,33	208,00
20	36,49	54,74	72,98	91,23	109,47	145,97	182,46	218,95
22	40,14	60,21	80,28	100,35	120,42	160,56	200,70	240,84
24	43,79	65,68	87,58	109,47	131,37	175,16	218,95	262,74
25	45,61	68,42	91,23	114,04	136,84	182,46	228,07	273,69
26	47,44	71,16	94,88	118,60	142,32	189,76	237,19	284,63
28	51,09	76,63	102,18	127,72	153,26	204,35	255,44	306,53
30	54,74	82,11	109,47	136,84	164,21	218,95	273,68	328,42
32	58,39	87,58	116,77	145,97	175,16	233,54	291,93	350,32
34	62,04	93,05	124,07	155,09	186,11	248,14	310,18	372,21
35	63,86	95,79	127,72	159,65	191,58	255,44	319,30	383,16
36	65,68	98,53	131,37	164,21	197,05	262,74	328,42	394,11
38	69,33	104,00	138,67	173,33	208,00	277,33	346,67	416,00
40	72,98	109,47	145,96	182,46	218,95	291,93	364,91	437,90
45	82,11	123,16	164,21	205,26	246,32	328,42	410,53	492,63
50	91,23	136,84	182,46	228,07	273,69	364,91	456,14	547,37
60	109,47	164,21	218,95	273,69	328,42	437,90	547,37	656,84
70	127,72	191,58	255,44	319,30	383,16	510,88	638,60	766,32
80	145,96	218,95	291,93	364,91	437,90	583,86	729,83	875,79
90	164,21	246,32	328,42	410,53	492,63	656,84	821,05	985,27
120	218,95	328,42	437,89	547,37	656,84	875,79	1094,74	1313,69

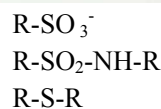
Sastav elektrolita može biti modifikovan u zavisnosti:

- dali se radi na ramu ili bubnju
- dali prevlaka treba da ima ogledalastosjajan izgled
- dali se zahteva naknadno savijanje predmeta
- povećana duktilnost
- dali je predmet profilisan sa dosta udubljenja i ispupčenja
- dali se zahteva izvredno poravnavanje
- dali se radi sa katodnim pomakom ili uduvanjem vazduha

Iz tih razloga je raspon u koncentraciji aditiva tako veliki. Aditivi za sjaj se grubo dele u dve grupe:

- Osnovni dodaci za sjaj - klasa I
- Dodaci za visoki sjaj - klasa II

Osnovni dodaci za sjaj tj. dodaci klase I su uglavnom aromatični ili nezasićena alifatična sumporna jedinjenja ili jedinjenja koja sadrže sumpor u sledećem obliku:



Ove komponente utiču na mikrostrukturu i daju osnovni sjaj prevlaci, ali ne visoki sjaj. Ako se osnovni sjaj doda u elektrolit u kome već ima dodataka za visoki sjaj dobiće se ogledalasto sjajne prevlake visokog sjaja. Nedovoljna koncentracija osnovnog dodataka uslovljava mat prevlake i u oblasti visokih gustina struje. Tek kada je koncentracija osnovnog dodatka optimalna može se postepenim dodavanjem dodataka klase II taložiti prevlake visokog sjaja u celom području gustina struje.

Najbolje rezultate kao osnovni sjaj daju:

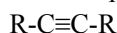
- benzen sulfonil-imidi povećava duktilnost, daje sjaj i
- smanjuje uticaj primesa u elektrolitu
- nezasićeni Nasulfomati tipa:
 - $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SO}_3\text{Na}$ povećava pokrivnu moć, duktilnost i sjaj prevlake
 - $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{SO}_3\text{Na}$ povećava

poravnavanje prevlake u području niskih gustina struja, smanjuje uticaj metalnih nečistoća u elektrolitu, pozitivno utiče na pokrivnu moć i daje osnovni sjaj prevlake

$H_2=CH-SO_3Na$ povećava pokrivnu moć, duktilnost i osnovni sjaj

Na katodi se ova jedinjenja razlažu redukcijom i sumpor se ugrađuje u prevlaku nikla. Krajnji produkt razlaganja obično je sulfid. Primarni dodaci dovode do znatnog sadržaja sumpora u prevlaci koji nepovoljno utiču na unutrašnja naprezanja u prevlaci. Visokosjajne prevlake nikla sadrže obično od 0.06 % - 0.12 % sumpora.

Dodaci klase II tzv. dodaci za visoki sjaj su najčešće nezasićena organska jedinjenja izvedena iz strukture acetilena ili piridina



Ove komponente omogućavaju stvaranje prevlake visokog sjaja sa smanjenim unutrašnjim naprezanjima, smanjenom krtošću, odličnim poravnavanjem, dobrom pokrivnom moći, povećanom otpornošću na nečistoće i sjajnom prevlakom u svim gustinama struje.

Najbolje rezultate kao dodaci za visoki sjaj daje dobro pripremljena kombinacija diola sledećih jedinjenja:

$HOCH_2C\equiv C-CH_2OH$ daje visoki sjaj

prevlaci nikla

$C_7H_{12}O_3$ daje visoki sjaj

prevlaci nikla

$C_8H_{14}O_4$ daje visoki sjaj

prevlaci nikla

- alifatični nezaićeni alkoholi:

$HC\equiv C-CH_2OH$ povećava sjaj i efekat poravnavanja prevlake

$C_5H_8O_2$ povećava sjaj i efekat poravnavanja prevlake

- jedinjenja iz grupe piridina

$C_8H_{11}NSO_3$ daje odlično poravnavanje prevlake u oblasti srednjih i visokih gustina struje

Da bi se primenili kao dodaci u prevlakama nikla moraju ispuniti sledeće zahteve:

- visok ogledalast sjaj u svim oblastima gustine struje

- dobar efekat poravnavanja
- da prevlaka nije krta
- da produkti razlaganja ne utiču na kvalitet prevlake
- da im se koncentracije mogu odrediti analizom (bar delimično)
- da im primena bude ekonomična
- da se višak dodataka može ukloniti postupkom sa aktivnim ugljem, vodonik peroksidom, na-bisulfitom, formaldehidom ili drugom pogodnom metodom.

Kombinacija komponenti mora biti adekvatna, jer svaki višak jedinjenja klase II koje ulaze u sastav dodataka za visoki sjaj može usloviti problem u vidu:

- nedovoljnog sjaja u području visokih ili niskih gustina struje
- ljuskanja prevlake
- hrapave i grube prevlake
- porozne prevlake
- neravnomernog prekrivanja
- prevlaka sa prugama
- mat prevlake u udubljenima profilisanih predmeta

POLUSJAJNE PREVLAKE NIKLA

Polusjajne prevlake nikla služe kao podloga za sjajne prevlake nikla na čeliku i ova kombinacija je poznata kao dupleks nikal. Dupleks niklom se štiti osnovni metal od korozije jer polusjajni nikal nema dodatke za sjaj, a samim tim u prevlaci nema jedinjenja sa sumporom koji utiču na poroznost prevlake. Neophodno je prisustvo samo dodataka za poravnavanje i kvašenje.

Ovaj zahtev u potpunosti zadovoljavaju jedinjenja:

3-hexin-2.5 diol i Na-lauriletersulfat

Odnos debljina polusjajnog i visokosjajnog nikla u dupleks prevlaci je određen i treba da bude 60% od ukupne debljine nikla - polusjajni nikal i 40 % sjajni nikal. Ustaljeno je označavanje prevlake nikla na čeliku kao:

Fe/Ni25dCr

- radi se o prevlaci nikla na čeliku
- prevlaka nikla je 25 mikrona
- d označava da je dupleks nikal gde je 60 % polusjajni nikal i 40 % sjajni nikal

- završna prevlaka je hrom debljine 0.3 mikrona
- pored oznake d može biti oznaka b(bright) – radi se o sjajnom niklu ili s – radi se o saten niklu

SATEN NIKAL

Saten nikal je satenasta, nereflektujuća dekorativna prevlaka nikla koja se taloži iz elektrolita sličnog Vatovom. Dodaci su slični dodacima kod sjajnog nikla (što se tiče rasta kristala, poravnavanja, kvašenja) ali se dodaju komponente koje daju mat efekat na primer toluensulfonamid.

CRNI NIKAL

Ove prevlake su našle primenu u industriji oružja, optičkih instrumenata i tamo gde treba sprečiti refleksiju svetlosti. Debljina im je do 2 mikrona i nanose se preko sjajne prevlake nikla. Efekat crne boje daje cink sa niklom.

(Cink se u Vatovom elektrolitu smatra kao onečišćenje jer daje tamnu i crnu prevlaku u niskim gustinama struje).

Elektroliti za crne prevlake nikla sadrže:

Nikal sulfat 80 g/l

Cink sulfat 35 g/l

Uz prisustvo rodanida i amonijum jona

Koncentracija nikla je 17 g/l

Koncentracija cinka je 8 g/l

Gustina struje je 0.2-0.4 A/dm²

Temperatura 50 °C

pH vrednost 4.5-5.5

Elektrolitu se dodaju male količine dodataka za sjaj u niskim gustinama struje i dodaci za kvašenje.

ANTRACIT NIKAL

Antracit nikal je dekorativna prevlaka i taloži se preko sjajnog nikla. Prevlaka je male debljine do 2 mikrona i male korozijske otpornosti. Preporučuje se lakiranje radi trajnijeg dekorativnog izgleda.

Elektrolit je hloridni sa vrlo visokim sadržajem sumpora

Konc. Hlorida 55 g/l

Konc. Nikla 23 g/l

Konc. Sumpora do 7.0 g/l

Koncentracija sumpora je vrlo visoka, što omogućava i odličan sjaj prevlake, a poravnavanje i sjaj pri niskim gustinama struje omogućava i natrijumpropionsulfonatu koncentraciji do 150 mg/l.

Gustina struje je 0.02 – 0.4 A/dm²

pH 4.5 -5.5

T 30°C

BOJENJE NIKLA

Sjajne prevlake nikla mogu se bojiti hemijskim putem u blistavo plave i ljubičaste tonove potapanjem u rastvor za patiniranje. Boja prevlake zavisi od vremena potapanja i temperature rastvora.

Na temperaturi od 50 °C i vremenu od 4 minuta dobija se plava prevlaka nikla visokog sjaja.

Na temperaturi od 40 °C i vremenu od 5 minuta boja je ljubičasta.

Ako se temperatura zadrži na 40 °C a vreme produži na 10 min. prevlaka iz ljubičastog prelazi u plavu. Produžavanjem vremena prevlaka ostaje plave boje.

Temperatura ne sme da pređe 60 °C jer se iz rastvora taloži narastvoran talog soli prisutnih metala. Elektrolit sadrži jone tiosulfata, acetata, tartarata i teške metale.

Iz navedenog se vidi da pažljivim menjanjem pojedinih komponenti u elektrolitu za niklovanje (najčešće Vatovom elektrolitu) talože se prevlake nikla različitog sjaja, različitog izgleda, različitih dekorativnih i tehničkih karakteristika.

Svi navedeni elektroliti su u primeni godinama unazad u fabrikama na teritoriji Srbije i republikama bivše Jugoslavije, a u Beogradu u firmi "RV Metal" d.o.o.

LITERATURA

- [1] Brown, Hand B. B. Knapp "Nickel" Modern electroplating
- [2] "Metal finishing" 2002
- [3] Interna uputstva "ICP-Kunz"
- [4] Interna uputstva "Protekta" a.d.
- [5] S. Đorđević, M. Maksimović, M. Pavlović, K. Popov "Galvanotehnika" Tehnička knjiga