

**ANALIZA SLIKE ZA KARAKTERISANJE
ZAŠTITNOG SLOJA CINKA NA ČELIKU
DOBIJENOG TOPLIM CINKOVANJEM**

**IMAGE ANALYSIS OF PROTECTIVE
LAYER OF ZINC ON STEEL OBTAINED
USING THE HOT PROCESS**

RADMILA JANČIĆ, DEJAN TRIFUNOVIĆ,
ŽELJKO KOTANJAC I DRAGAN MITRAKOVIĆ

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Primljeno: 15. 01. 2003.

IZVOD

Dat je prikaz postupka merenja debljine zaštitnog sloja cinka na čeliku korišćenjem programa za analizu slike. Na metalografskim snimcima preseka zaštitnog sloja cinka na čeliku merene su debljine zaštitnog sloja i potom su podaci statistički obrađeni. Rezultati statističke analize korišćeni su za upoređenje kvaliteta prevlake na dva uzorka dobijena od različitih proizvođača.

Ključne reči: analiza slike, zaštitne prevlake, antikorozijska zaštita

ABSTRACT

The procedure for measuring the thickness of anticorrosion protective layer of zinc on steel is given. The metallographic images are used for this measurement. Results are statistically handled and results are used to determine the uniformity of the thickness of the layer. The procedure was used to determine the quality of protective layers obtained from specimens produced by two different producers.

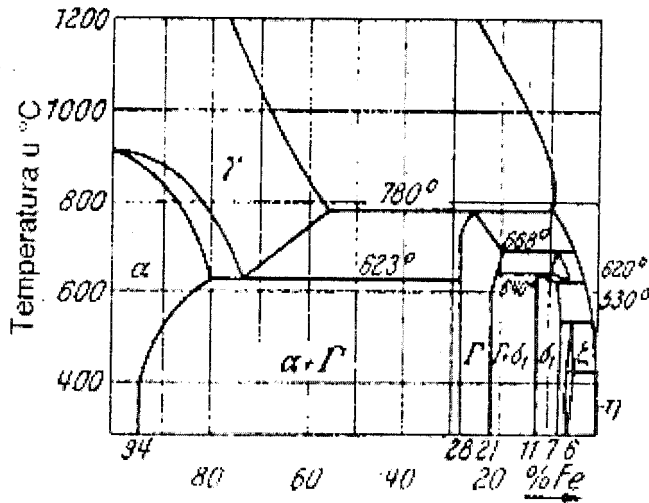
Key words: image analysis, protective coating, anticorrosion protection

UVOD

Postupak toplog pocinkovanja predstavlja jednu od osnovnih metoda antikorozijske zaštite čelika već veoma dugo [1-3]. Tokom nanošenja zaštitnog sloja cinka, istopljeni cink vezuje se za čeličnu podlogu, pri tome se obrazuje

više slojeva počevši od čistog cinka do čelika. Od ravnomernosti nanetog sloja zavise svojstva antikorozijske zaštite. Analizom metalografskih snimaka preseka nanetog zaštitnog sloja i osnove mogu se utvrditi njegove karakteristike koje kasnije utiču na svojstva antikorozijske zaštite.

Dijagram stanja cink-železo definisan u prvoj polovini 20. veka prikazan je na slici 1. Na sobnoj temperaturi uočavaju se karakteristične faze koje se pojavljuju i u zaštitnom sloju cinka na čeliku. Na preseku se uočavaju karakteristični slojevi koji sadrže različite udele cinka i železa i to na kontaktu sa železnom osnovom sloj α faze čvrstog rastvora cinka u železu sa 94% železa, potom sloj Γ faze sa 21-28% železa, pa sloj δ_1 faze sa 7,0-11-8% železa, ξ faze sa 6,9-6,2% železa i na kraju sloj η faze u kojoj se nalazi do 0,08% železa i koja je čvrst rastvor železa u cinku. Sve faze koje se pojavljuju u zaštitnom sloju cinka na čeliku stabilne su do temperature od 780°C. Složenost strukture zaštitnog sloja ukazuje na potrebu definisanja postupka njenog karakterisanja. Debljine slojeva zavise od primenjenog postupka pocinkovanja i od namene i kreću se od 10 μ m za limove u automobilskoj industriji do 80 μ m za druge svrhe.



Slika 1 - Ravnotežni dijagram stanja železo-cink [4]

Figure 1 - Phase diagram iron-zinc [4]

Zahtevi koje treba da ispune limovi zaštićeni cinkom ne dozvoljavaju debele zaštitne slojeve. Oblikovanje čeličnih limova dubokim izvlačenjem limova zahteva da površina bude ravnomerne debljine. Kod livenih gvožđa kod kojih je izbor postupaka oblikovanja ograničen pošto ona ne trpe velike plastične deformacije ovi slojevi mogu da budu zanatno deblji.

U cilju standardizacije postupka karakterisanja zaštitnog sloja cinka na čeliku ukazuje se potreba za razvojem postupka za određivanje debljine zaštitnog sloja cinka, ali i ravnomernosti debljine zaštitnog sloja cinka. Analizom metalografskih snimaka moguće je ovakva merenja obaviti korišćenjem programa za analizu slike koji omogućava jasnije uočavanje granice između faza.

EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

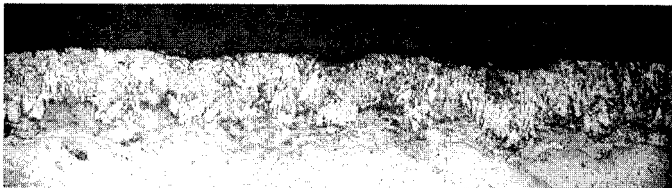
Za formulisanje procedure za merenje debljine zaštitnih slojeva cinka na čeliku korišćeni su uzorci u kojima je na pripremljenu čeličnu površinu nanet sloj cinka. Uzorci su pripremljeni za snimanje na metalografskom mikroskopu i snimljeni digitalnim fotoaparatom. Dobijeni digitalni snimak obrađen je u programu Image Pro Plus i rezultati su statistički obrađeni.

Opcije programa koje se koriste za ova merenja jesu postupak za označavanje granice faza kao i merenje dužine linija na snimku. Pre početka merenja potrebno je kalibrirati merenje snimanjem objekta poznatih dimenzija pod istim uslovim snimanja kao što su snimljeni uzorci.

Postupak kalibracije jednostavan je i izvodi se snimanjem objekta poznatih dimenzija pod istim uslovim snimanja koji će važiti za uzorke. Korišćena su različita uvećanja da bi se omogućila adekvatna analiza dobijenih snimaka. Kada se obavi kalibracija za određene uslove snimanja ona se primenjuje za sve snimke.

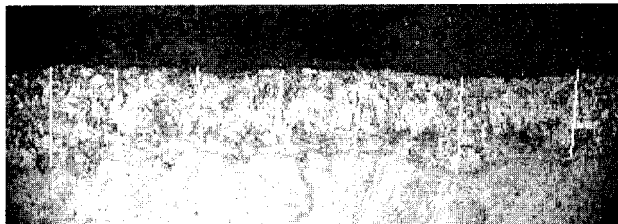
Osnovna metoda koja se koristi za merenje je merenje rastojanja od početka sloja do njegovog kraja. U ovoj analizi biće prikazani samo rezultati merenja ukupne debljine sloja.

Na slici 2 prikazan je izgled metalografskog snimka zaštitne prevlake cinka na čeliku. Uočava se jasno granica između čelične osnove i prevlake tako da je na ovakvim snimcima moguće meriti debljinu sloja.



Slika 2 - Tipičan metalografski snimak zaštitnog sloja cinka na čeliku
Figure 2 - Typical metallographic image of protective layer of zinc on steel

Na slici 3 prikazane su pozicije merenja debljine sloja korišćenjem programa Image Pro Plus. Rezultati merenja prenose se u program koji je pogodan za statističku obradu podataka.



Slika 3 - Metalografski snimak uzorka zajedno sa pozicijama na kojima je merena debljina sloja na uzorku A1

Figure 3 - Metallographic image of protective layer of Zinc on steel with measurement positions for the specimen 1

REZULTATI I DISKUSIJA

Da bi se uradila statistička analiza ovih slojeva potrebno je merenja uraditi na velikom broju pozicija za jedan uzorak. Raspodela debljina zaštitnog sloja veoma je značajna za procenu kasnijeg ponašanja uzorka prilikom njegove upotrebe. Suviše tanak sloj može da predstavlja slabo mesto u smislu korozije, dok suviše debeo sloj predstavlja problem prilikom oblikovanja uzorka plastičnom deformacijom zato što sloj mora da sledi promene oblika koje podnosi osnovni materijal.

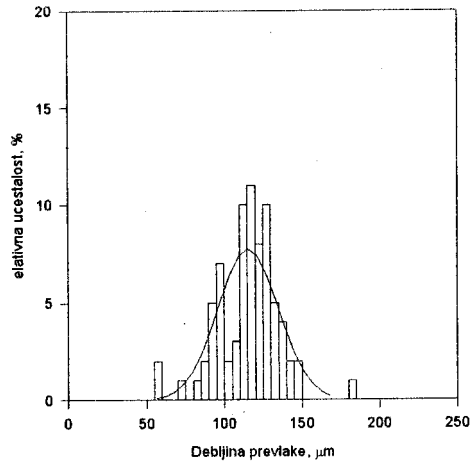
U tabeli 1 dati su statistički parametri za dva merenja raspodele debljine zaštitnih slojeva cinka na dva različita uzorka. Na slici 4 dati su histogrami raspodele debljina slojeva za dva različita uzorka. Sa slike 4 uočavaju se specifičnosti svakog uzorka.

Tabela 1 - Statistički pokazatelji rezultata merenja debljine zaštitnog sloja cinka na čeliku za dva uzorka dobijena pod različitim uslovima

Table 1 - Statistical data for measurement of protective zinc layer on steel specimen for two different production conditions

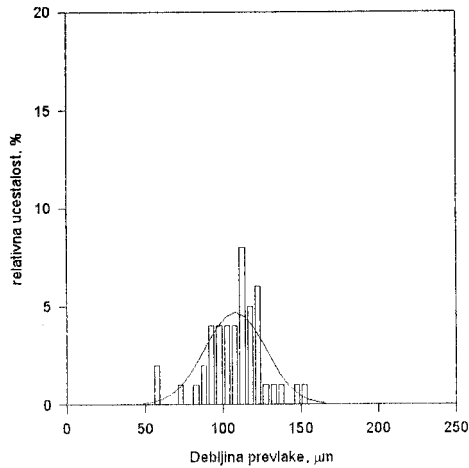
| Oznaka uzorka | A1 | A2 |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Srednja vrednost, μm | 115.2 | 107.8 |
| Srandardna greška, μm | 2.3 | 2.9 |
| Standardna devijacija, μm | 19.6 | 19.5 |
| Opseg, μm | 122.9 | 94.9 |
| Minimalna vrednost, μm | 57.1 | 55.4 |
| Maksimalna vrednost, μm | 180.0 | 150.3 |
| Broj merenja | 76 | 46 |

uzorak A1



a)

uzorak A2



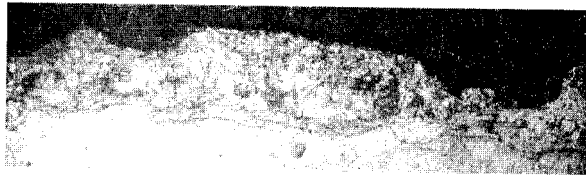
b)

Slika 4 - Histogram raspodele debljine sloja za dva posmatrana uzorka
 a) uzorak A1 iz tabele 1, b) uzorak A2 iz tabele 1

Figure 4 - Histogram of protective later thickness for two specimens
 a) sample A1 from table 1, b) sample A2 from table 1

Uzorak A1 ima ravnomerniji raspored debljina prevlake, i većina merenja nalazi se u okolini srednje vrednosti debljine nego uzorak A2. Uočava se da je na uzorku A1 veoma mali broj mesta na kojima debljina sloja prelazi debljinu od 150 μ m. Posebno je značajno prisustvo pozicija na kojima je debljina prevlake izvan dozvoljenih granica zbog prethodno navedenih razloga.

Na slici 5 prikazan je karakterističan deo uzorka A1 sa izrazitim neravnomernostima raspodele. Uočava se da postoje delovi na kojima je debljina sloja približno trećina debljine zaštitnog sloja na najisturenijim delovima prevlake. Ove neravnomernosti uočavaju se i na histogramu raspodele debljine sloja kao relativno mala, ali ipak prisutna zastupljenost tanjih delova prevlake.



*Slika 5 - Tipičan izgled neravnomernosti zaštitnog sloja cinka
Uočavaju se pozicije na kojima je prevlaka tanka*

*Figure 5 - Typical nonuniformity of protective zinc layer
The positions where the protective layer are very thin and clearly visible*

ZAKLJUČAK

Postupak koji je predložen za analizu kvaliteta prevlaka cinka na čeliku podrazumeva analizu slika dobijenih snimanjem preseka prevlake na metalografskom mikroskopu. Korišćen je program ImageProPlus za merenje debljine zaštitne prevlake cinka na čeliku. Ustanovljeno je da se merenjem debljine prevlake na više metalografskih snimaka prevlake može dobiti raspodela debljina prevlake i utvrditi se da li debljina prevlake na pojedinim mestima izlazi izvan dozvoljenog opsega. Podaci su statistički obrađeni i rezultati statističke analize mogu se koristiti za ocenu ravnomernosti prevlake.

LITERATURA

- [1] Geschichliche Daten Uber das Metall Zink und die Dauerverzinkun, *Metalloberfache* **31** [3] 139 (1977)
- [2] W. Pungel, Zur Frage der Faueryinkung von Drahten, *Metalloberfliche* **12** 351(1955)
- [3] F. Todt, Korosion und korisionsschutz, 240-4
- [4] E. Raub, Die Tauchverzinkung, *Metalloberfliche* **39** [11] 341 (1958)