

# ZBORNIK RADOVA

UNIJA HEMIJSKIH DRUŠTAVA  
JUGOSLAVIJE

KOMITET ZA  
MEĐULABORATORIJSKA  
ISPITIVANJA  
MATERIJALA

7

**13. SAVETOVANJE**

TARA, SEPTEMBAR 2007.

1.	Ispitivanja sa razaranjem – reatestacija kvaliteta materijala (za OPP u izradi)
2.	Utvrđivanje kvaliteta materijala OPP bez razaranja – metodom replike (za OPP u eksploataciji)
3.	Vizuelna i dimenziona kontrola
4.	Utvrđivanje minimalne debljine zida OPP
5.	Ispitivanja zavarenih spojeva metodama bez razaranja (magnetne čestice, penetranti, radiografija – ultrazvuk)
6.	Kontrolni proračun čvrstoće OPP i ventila sigurnosti (za OPP u eksploataciji)
7.	Analiza stanja i procena preostalog veka OPP (za OPP u eksploataciji)
8.	Izrada atestno-tehničke dokumentacije (za OPP u eksploataciji)
9.	Unutrašnji pregled OPP (za posude kod kojih je to moguće)

#### Zaključak

Tehničke propise Srbije (u formi pravilnika o tehničkim normativima, naredbi o obaveznom atestiranju, normi kvaliteta), donosi nadležni savezni ministar, na osnovu novog Zakona o standardizaciji. Pored izmena u pogledu nadležnosti i u vezi sa donošenjem tehničkih propisa, novina je i u sadržaju tehničkih propisa pošto sadrže odredbe o potvrđivanju usaglašenosti proizvoda, procesa ili usluga sa tehničkim propisima.

Usaglašavanje tehničkih propisa Srbije sa evropskim direktivama treba posmatrati tako da su tehnički zahtevi propisani u tehničkim propisima identični odnosno ekvivalentni sa Evropskim Direktivama.

#### Literatura:

1. Direktiva za opremu pod pritiskom 97/23/EC (PED) sa priložima
2. Propisi i standardi vezani za proračun, izradu i ispitivanje opreme pod pritiskom
3. Procedura Instituta IMS IP31 za kontrolu usaglašenosti mašinske opreme u eksploataciji
4. Procedura Instituta IMS IP32 za kontrolu usaglašenosti tehničkih uslova i izrade mašinske opreme

## PRAKTIČNA PRIMENA KVANTITATIVNE METALOGRAFIJE U METALURŠKOM INŽENJERSTVU I KONTROLI KVALITETA PRACTICAL APPLICATION OF QUANTITATIVE METALLOGRAPHY IN METALLURGICAL ENGINEERING AND QUALITY CONTROL

Zoran Odanović, Miodrag Arsić, Vujadin Aleksić, Zorica Kovačević  
IMS Institut, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd, Srbija

**Izvod:** U radu su prikazana tri primera primene kvantitativnih metalografskih merenja za: određivanje sadržaja krtih faza u vatrootpornoj leguri Ni-Cr-Co-W u zavisnosti od temperature termičke obrade, ispitivanje uticaja sadržaja Si na krupnoću strukture kod Al legure i uticaja energije elektrolučnog zavarivanja na dimenzije zavarenog spoja.

**Ključne reči:** kvantitativna metalografija, Al legure, Ni-Cr-Co-W legure, zavarivanje

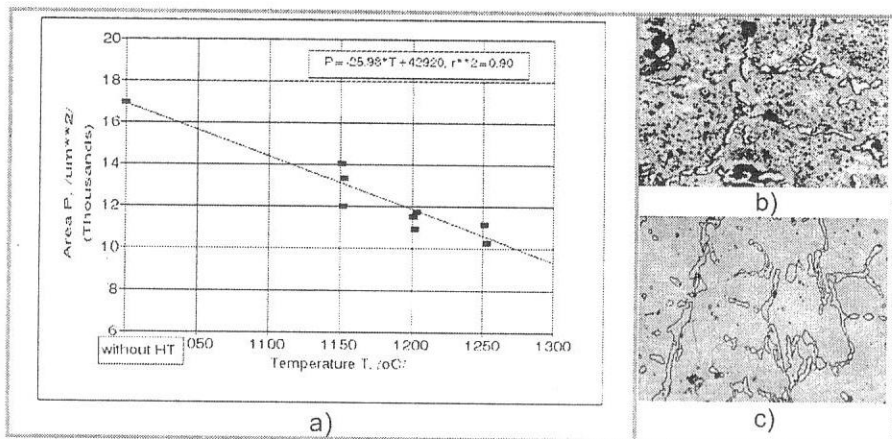
**Abstract:** In the paper are presented three situations of quantitative metallography application as: determination of the brittle phase content in the function of the temperature of heat treatment for Ni-Cr-Co-W alloy, investigation of Si content on Al alloy structure and effect of energy input of arc welding process on the weld joint zones.

**Key words:** quantitative metallography, Al alloys, Ni-Cr-Co-W alloys, welding

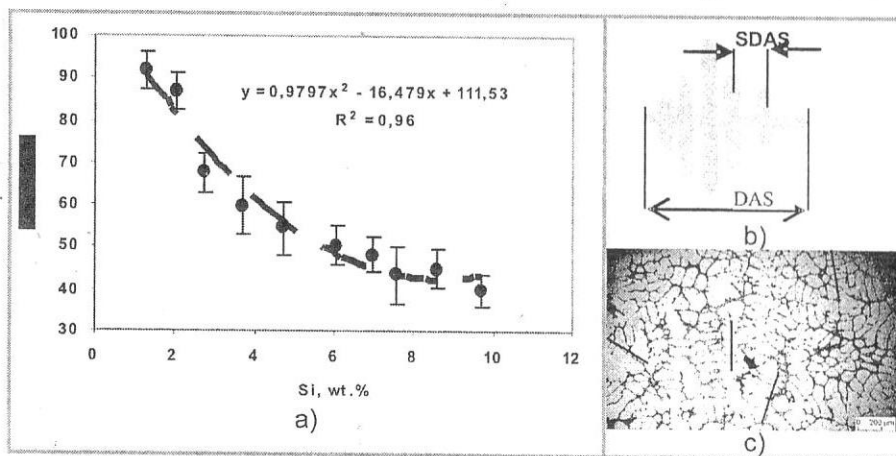
**UVOD:** U metalografiji je često neophodno kvantitativno prikazati različite vrednosti kao što su: broj čestica ili pora po jediničnoj površini uzorka, veličinu komponenti u uzorku, veličinu zrna metala, zapreminski udeo faza u uzorku. Cilj je uspostavljanje jednostavne relacije između strukture materijala i njegovih mehaničkih osobina. Kao najjednostavnija metoda za rutinsku kontrolu primenjuje se metod poredjenja površine uzorka ili mikrofotografije sa serijama karata koje su definisane standardima (ASTM, ISO, SIS, SRPC). Ovaj metod primenjuje se za određivanje veličine zrna i sadržaja uključaka kod čelika, poroznosti kod sinterovanih materijala i klasifikaciju grafita kod livenog gvoždja. Kao druga mogućnost je primena metode mikroskopskog merenja. Usavršavanje optičkih mernih sistema kroz povezivanje CCD kamera sa kompjuterom dovelo je do značajnog proširenja mogućnosti kvantitativne analize materijala. Sistemi koji povezuju televizijsku kameru, personalni računar i odgovarajući softver uspešno se koriste za analizu slike. Analizatori slike široko se koriste u različitim granama nauke počev od biologije, medicine, pa do različitih inženjerskih grana. Široka primena analizatora slike u metalurgiji posebnu primenu je našla u metalografskim istraživanjima. Primena analizatora slike umanjuje uticaj subjektivnog faktora operatera, čime se povećava tačnost i reproduktivnost u odnosu na klasične metode merenja [1].

**REZULTATI:** Prikazani su rezultati određivanja sadržaja krtih faza u vatrootpornoj leguri Ni-Cr-Co-W u zavisnosti od temperature termičke obrade sa ciljem dobijanja pogodne strukture za reparaturno zavarivanje (sl. 1), ispitivan je uticaj sadržaja Si na krupnoću dendritne strukture kod Al legura i time i na mehaničke osobine proizvoda (sl. 2). I prikazan je uticaj energije elektrolučnog zavarivanja na dimenzije zavarenog spoja sa ciljem kontrole zavarenog spoja u slučajevima automatskog zavarivanja čelika (sl. 3).

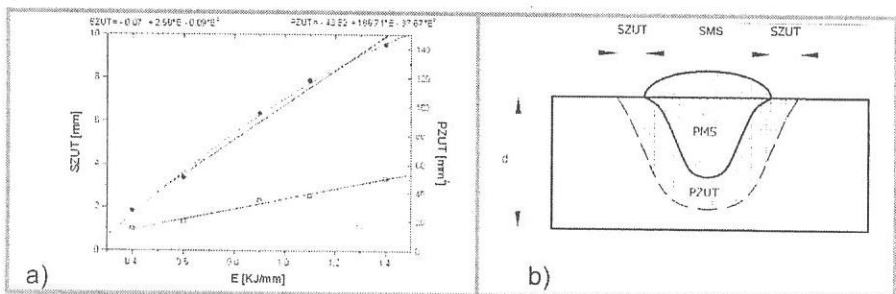
**ZAKLJUČAK:** Primena kvantitativne metalografije uz primenu analize slike, je uspešno rešila postavljene probleme iz oblasti metalnih materijala.



Slika 1. Udeo krtnih faza u zavisnosti od temperature T.O. kod legure Ni-Cr-Co-W



Slika 2. Zavisnost međudendritnog rastojanja od sadržaja Si kod Al legura



Slika 3. Zavisnost dimenzija zavarenog spoja od energije zavarivanja

## LITERATURA

[1] Z. Odanović i dr. *Zavarivanje i zav. konst.*, Vol. 45, br. 4. 2000, str. 145-148.

## KARAKTERIZACIJA MIKROSTRUKTURE Al-Si LEGURA ZA KLIPOVE

### CHARACTERIZATION OF Al-Si PISTON ALLOYS

Dragan Rajnović, Lepasava Šidanin

Departman za proizvodno mašinstvo, Fakultet tehničkih nauka,  
Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, [draganjr@uns.ns.ac.yu](mailto:draganjr@uns.ns.ac.yu)

#### UVOD

Legure aluminijuma zbog svojih dobrih osobina, posebno zbog male specifične mase, nalaze sve širu primenu u savremenoj inženjerskoj praksi. Koriste se u automobilskoj i avionskoj industriji za delove koji se oblikuju livenjem ili plastičnim deformisanjem [1]. U najnovije vreme, kao legure za livenje, najčešće se koriste složeni silumini, odnosno višekomponentne legure Al-Si. Osobine ovih legura prvenstveno zavise od mikrostrukture nastale tokom livenja, ali i od naknadne termičke obrade. Stoga, identifikacija osnovne mikrostrukture i prisutnih intermetalnih faza, koje su po obliku ili boji veoma slične, od velikog je značaja [2, 3].

U ovom radu, za karakterizaciju mikrostrukture složenih silumina primeniće se više tehnika ispitivanja: svetlosna mikroskopija (SM), skening elektronska mikroskopija (SEM) i elektronska mikro analiza (EMA) pomoću EDX (Energy Dispersive X-ray).

#### EKSPERIMENT

Ispitivane su tri komercijalne nadeutekličke legure koje se koriste za izradu klipova kod malih dvotaktnih motora, klase Al-Si-Cu-Mg-Ni sa nominalnim sadržajem Si od 16, 18 i 22%, i sadržajem ostalih legirajućih elemenata oko 1%. Postupak karakterizacije mikrostrukture se sastojao iz: i) identifikacije mikrostrukture i prisutnih faza kod nagriženih uzoraka (1%HF-vodeni rastvor) na SM (Lietz-Orthoplan); ii) dalje identifikacije mikrostrukture na SEM-u; i iii) određivanja hemijskog sastava faza pomoću EMA (SEM - JEOL JSM 6460LV sa EDX spektrometrom - Oxford-INCA).

#### REZULTATI I DISKUSIJA

Mikrostruktura svih uzoraka se sastoji iz primarnih pločica silicijuma, razdvojenog igličastog eutektikuma i iz više intermetalnih faza različite gustine i disperzije. Na osnovu rezultata sa SM i SEM/EDX prisutne kompleksne intermetalne faze su identifikovane kao: i)  $Mg_2Si$  faza koja je obogaćena železom svetlo-sive boje je sa morfologijom kineskih slova; ii)  $Al_2Cu$  faza obogaćena niklom ružičasto-sive boje u obliku sitnih kineskih slova; iii)  $Al_3CuNi$  faza obogaćena železom braon-crvenkaste boje, javlja se u obliku iglica i nepravilnih čestica; iv)  $Al_3FeNi$  faza obogaćena sa bakrom tamno plavo-zelene boje, javlja se u obliku zadebljanih štapića i sitnih čestica raspršenih po osnovi. Rezultati karakterizacije faza kod uzoraka sa 22%Si, kao primer postupka karakterizacije, dati su na slikama 1 i 2, i u tabeli 1.

#### ZAKLJUČAK

Svetlosna mikroskopija može da omogući identifikaciju intermetalnih faza Al-Si legura uzimajući u obzir oblik i obojenost faza. Međutim, bojenje faza nije pouzdan način identifikacije, jer zavisi od uslova postupka nagrižanja i od subjektivnog osećaja posmatrača za boje. Tek nakon dopunjavanja rezultata sa SM, rezultatima dobijenim na SEM-u i rezultatima elektronske mikroanalize - EDX, moguće je izvršiti potpunu i preciznu karakterizaciju prisutnih faza, a samim tim i mikrostrukture.