

ZBORNIK RADOVA

UNIJA HEMIJSKIH DRUŠTAVA
JUGOSLAVIJE

KOMITET ZA
MEĐULABORATORIJSKA
ISPITIVANJA
MATERIJALA

7

13. SAVETOVANJE

TARA, SEPTEMBAR 2007.

Vojvodinu obzirom da se na teritoriji Vojvodine nalaze veoma respektabilni proizvođači keramičkih pločica, crepova i cigli. Zato ispitivanja osim u naučnim istraživanjima, imaju sve veću primenu kao kontrolna metoda kvaliteta sirovinskog kompozita, poluproizvoda i finalnog proizvoda. Opekarski prah kao sirovinski kompozit se na SEM-u ispituje u dva nivoa; sa malim uvećanjem (do 500x) radi identifikacije oblika i veličine čestica i većim uvećanjem za ispitivanje strukture aglomerata. Ispitivanje poluproizvoda (suvi crep) pomoću SEM-a omogućava identifikaciju stepena homogenosti i nastanka loma suvog crepa, dok u finalnom pečenom proizvodu može se identifikovati staklasta faza, kristalna faza i pore [13,14]. Morfologija i vrsta staklastih i kristalnih faza je u funkciji kako od vrste polaznih sirovina, tako i od temperature pečenja.

Kod nove keramike istraživanja su vezana za procesiranje koje obuhvata sintezu nano praha, oblikovanje i termičku obradu, kao i nanošenje tankih slojeva na različite podloge [15-16].

Grupa za katalizatore vrši istraživanja koja su vezana za sintezu, fizičko-hemijsku karakterizaciju, i ispitivanja aktivnosti, selektivnosti i radnog veka katalizatora [17].

3. LITERATURA

1. Šidjanin L., Miyasato S., Thomas G., Fracture analysis of drawn steel wires, *Wire Journal International*, 20 (1987) 41-46
2. Avramovic-Cingara G., Mihajlovic A. and Rogulic M., On the decomposition behaviour of Al-4.8wt% Zn-2.3wt% Mg alloy during continuous heat treatment, *Materials Science Forum*, 13/14, (1987) 167-172
3. Šidjanin L., Miyasato S., Void nucleation and growth in dual steel wires, *Materials Science and Technology*, 5 (1989) 1200 - 1206
4. Gerić K. : Pojava i rast prslina u zavarenim spojevima čelika povišene čvrstoće, *Doktorska disertacija TMF, Beograd*, (1997)
5. Šidjanin L., Miličević S., Matović N., Fatigue failure of ductile iron crankshafts, *Cast Metal*, 4, No.1(1991) 50 -54
6. Šidjanin L., Kovač P., Fracture mechanisms in chip formation processes, *Materials Science and Technology*, 13, (1997), 439-444
7. Škorić B., Kakaš D., Bibić N., Rakita M., Microstructural studies of TiN coatings prepared by PVD and IBAD, *Surface Science*, 566-568, Part 1, (2004), 40-44
8. Škorić B., Kakaš D., Rakita M., Bibić N., Peruško D., Structure, hardness and adhesion of TiN coatings deposited by PVD and IBAD on nitrided steels, *Vacuum*, 76, Issue 2-3, (2004), 169-172
9. Šidjanin L., Smollman R.E., Metallography of bainitic transformation in austempered ductile iron, *Materials Science and Technology*, 8 (1992) 1095-1103
10. Šidjanin L. Smollman R.E., Young J.M., Elektron microstructure and mechanical properties of silicon and aluminium ductile irons, *Acta Metallurgica et Materialia*, 42, No.9 (1994), 31049-1156
11. Erić O., Jovanović M.T., Šidjanin L., Rajnović D., Zec S., The austempering study of alloyed ductile iron, *Materials & Design*, 27, (2006), 617-622
12. Lukić S.R., Petrović D.M., Skuban F., Šidjanin L., Guth I.O., The morphologies of fractured surfaces and fracture toughness in some As-Se-Sb-S-I glasses, *Applied Surface Science*, 252, (2006), 7914-7920
13. Šidjanin L., Ranogajec J., Rajnović D., Molnar E., Measurement of Vickers hardness on ceramic floor tiles, *Journal of European Ceramic Society*, 17 (2007) 1767-1773
14. Radeka M., Ranogajec J., Marinković-Nedučin R., Kiurski J., *Tile & Brick Int.*, 19, (2003), 86.
15. Djačanin Lj., Djenadić R., Srdić V.V., Moritz T., Preparation of ceramics materials with controlled porosity by freeze casting, *Proceedings of the Sixth Students Meeting SM-2005*, Novi Sad, (2005), 82-85
16. Ljubica M. Nikolić, Ljiljana Radonjić i Vladimir V. Srdić, Effect of substrate type on nanostructured titania sol-gel coatings for sensors applications, *Ceram. Inter.* 31, (2005), 261-266
17. E. Kiss, G. Boskovic, M. Lazić, G. Lomic, R. Marinkovic-Neducin, *The Morphology of the NiO-Al₂O₃ Catalyst Scanning* 28 (2006) 236-241

METODOLOŠKI PRISTUP ISPITIVANJU OPREME POD PRITISKOM U IZRADI I EKSPLOATACIJI

METHODICAL APPROACH TO INSPECTION OF PRESSURE VESSEL IN MANUFACTURING AND OPERATING

Miodrag Arsić, Vujadin Aleksić

"IMS" a.d. Beograd, Bulevar vojvode Mišića 43

Izvod: Projektovanje i proizvodnja opreme pod pritiskom (OPP), prema novoj regulativi Evropske unije (Direktiva 97/23/EC), obavlja se u saglasnosti sa pravnom i tehničkom regulativom, prema kojoj je primena usaglašenih standarda za proizvođača opreme neobavezna. Povećana odgovornost proizvođača daje veću slobodu u izboru metoda proračuna i ispitivanja da bi se osigurala bezbednost za opremu pod pritiskom u eksploataciji. U radu je dat metodološki pristup ispitivanju opreme pod pritiskom u izradi i eksploataciji.

Ključne reči: Direktiva 97/23/EC, oprema pod pritiskom, ispitivanja

Abstract: Designing and manufacturing of pressure equipment (PE) are performed according new technical and legal regulations of European Union (Directive 97/23/EC) which don't put the application of harmonized standards as an obligation for the equipment manufacturer. Enhanced responsibility of manufacturer enables free choice of calculation and inspection methods is to ensure safety. This paper presents methodical approach to inspection of pressure vessel in manufacturing and operating. *Key words:* Directive 97/23/EC, pressure equipment, inspections

Uvod

Oprema pod pritiskom (OPP), sa specifičnostima u projektovanju, izradi, ispitivanju i zahtevima u pogledu bezbednosti mora da bude projektovana na osnovu svih relevantnih uticaja kako bi se obezbedilo da bude bezbedna tokom veka eksploatacije. Projekat mora da obuhvati odgovarajuće koeficijente sigurnosti. Dozvoljena naprežanja za opremu pod pritiskom moraju biti ograničena mogućim greškama u radnim uslovima, kako bi se potpuno eliminisala neizvesnost koja nastaje od proizvodnje, modela proračuna, stvarnih uslova eksploatacije i karakteristika i ponašanja osnovnog materijala i zavarenih spojeva.

Metode proračuna moraju pružiti dovoljno bezbednosti u skladu sa zahtevima. Zahtevi se mogu ispuniti primenom jedne od sledećih metoda, kako u datom trenutku odgovara, ako treba kao dopuna ili kombinacija sa drugom metodom:

- pomoću formula,
- primenom metode konačnih elemenata,
- analizama,
- parametrima mehanike loma.

Projekt opreme postaje važeći, u celosti ili u delovima, kada se potvrdi odgovarajućim ispitivanjima, za pojedini tip ili kategoriju opreme. Program ispitivanja mora jasno definisati prioritete, prihvaćene od ovlašćenog tela koje je odgovorno za način ocene usaglašenosti projekta.

Direktiva 97/23/EC i harmonizovani standardi koji je prate

Direktiva 97/23/EC sastoji se od 21 člana i 7 priloga. Osnovni tekst sadrži pravne osnove i najopštije tehničke zahteve, vrste opreme pod pritiskom, odredbe koje se

odnose na "notifikovana tela" za ispitivanja usaglašenosti proizvoda i redosled dokazivanja. Prilozi određuju/preciziraju tehnički sadržaj zahteva.

Direktiva se dopunjuje Preporukama stručne komisije EU za opremu pod pritiskom, koje nemaju snagu obaveznosti, ali dopunjuju tekst Direktive i upućuju na primenu zahteva definisanih u Direktivi.

Direktiva se oslanja na harmonizovane standarde i pomoćne harmonizovane standarde.

Harmonizovani standardi

Harmonizovani standardi su standardi o istom predmetu, odobreni od različitih tela za standardizaciju, koji omogućuju međusobnu zamenljivost proizvoda, procesa i usluga ili uzajamno prihvatanje rezultata ispitivanja ili pružanja informacija u skladu sa standardima JUS/ISO/IEC Uputstvo 2:2001.

Harmonizovani standardi za opremu obuhvaćenu direktivom, dati su prema vrsti opreme, zasad samo u verziji predloga i to:

- Posude pod pritiskom koje se ne greju pr EN 13445 delovi 1-6
- Kotlovi sa velikom zapreminom vode pr EN 12953 delovi 1-12
- Kotlovi sa vodogrejnim cevima pr EN 12952 delovi 1-15
- Industrijske cevi, cevovodi pr EN 13480 delovi 1-6
- Sigurnosna oprema nema
- Oprema izložena pritisku nema
- Montažne jedinice nema

Prateći harmonizovani standardi

Harmonizovani standardi pozivaju se na širok krug pratećih harmonizovanih standarda, koji definišu zahteve vezane za pojedine elemente i detalje metoda. Oni su grupisani na:

- Standardi za IBR
- Standardi koji definišu zavarivanje i srodne postupke
- Standardi za materijale
- Standardi za proizvode (cevovodi, otkovci...)
- Standardi za navojne priključke

Standardi o metodama IBR

RT Radiografska ispitivanja	EN 1330-3:1997
PT Ispitivanje penetrantskim tečnostima	EN ISO 12706:2000
UT Ultrazvučna ispitivanja	EN 1330-4:2000
AT Akustična emisija	EN 1330-9:2000
ET Ispitivanje vrtložnim strujama	EN 1330-5:1998
LT Ispitivanje nepropusnosti	EN 1330-8:1998
MT Ispitivanje magnetnim česticama	pr EN ISO 12707
VT Vizuelna ispitivanja	pr EN 1330-10

Standardi za IBR zavarenih spojeva

VT Vizuelna ispitivanja	EN 970:1997
ET Ispitivanje vrtložnim strujama	EN 1711:2000
MT Ispitivanje magnetnim česticama	EN 1290:1997;
	EN 1291:1998
PT Ispitivanje penetrantskim tečnostima	EN 1289:1998
RT Radiografska ispitivanja	EN 1435:1997;
	EN 12517:1998

UT Ultrazvučna ispitivanja

EN 1713:1998;
EN 1712:1997

Do sada izašli harmonizovani prateći standardi iz ove grupe dati su u tab. 1.

Tabela 1. Harmonizovani prateći standardi iz oblasti ispitivanja bez razaranja

R. br	Broj standarda	Naziv
1.	EN 473:2000	Ispitivanje bez razaranja. Kvalifikacija i sertifikacija osoblja za IBR. Opšti principi.
2.	EN 583-1:1998	Ispitivanje bez razaranja. Ultrazvučno ispitivanje: Deo 1. Opšti principi.
3.	EN 1289:1998	Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva. Ispitivanje penetrantskim tečnostima. Nivoi prihvatljivosti.
4.	EN 1291:1998	Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva. Ispitivanje magnetnim česticama. Nivoi prihvatljivosti.
5.	EN 1593:1999	Ispitivanje bez razaranja. Ispitivanje nepropusnosti. Tehnike stvaranja mehurića.
6.	EN 1711:2000	Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva. Ispitivanje vrtložnim strujama zavarenih spojeva kompleksnom ravanskom analizom.
7.	EN 1713:1999	Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva. Ispitivanje ultrazvukom. Karakterizacija indikacija u zavarenom spoju.
8.	EN 12517:1998	Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva. Radiografsko ispitivanje zavarenih spojeva. Nivoi prihvatljivosti.
9.	EN 1779:1999	Ispitivanje bez razaranja. Ispitivanje na nepropusnost. Kriterijumi za metodu i izbor tehnike.

Tehnički zahtevi i propisi

Imajući u vidu da je osnovni cilj Direktive 97/23/EC da obezbedi sigurnost proizvoda koji pripadaju opremi pod pritiskom, odnosno njihovu usaglašenost pri projektovanju i izradi sa tehničkim zahtevima, postavlja se pitanje na koji način regulisati praćenje stanja OPP u eksploataciji.

Odgovor na to pitanje ne daje Pravilnik o tehničkim zahtevima za opremu pod pritiskom jer on propisuje samo tehničke zahteve koji moraju biti ispunjeni pri projektovanju, izradi i oceni usaglašenosti OPP.

Na osnovu navedenog i činjenice da primena usaglašenih i drugih standarda za proizvođača opreme prema Direktivi, je neobavezna (dobrovoljna) preostaje da se praćenje OPP u eksploataciji obavlja jedino prema određenim tehničkim preporukama. Tehničke preporuke mogle bi biti rezultat zajedničkog rada, pre svega, strukovnih organizacija i korisnika opreme.

Za ispitivanje i kontrolisanje opreme pod pritiskom (OPP) u izradi i eksploataciji razrađen je metodološki pristup koji se ogleda kroz sledeći plan i program ispitivanja i kontrolisanja:

1.	Ispitivanja sa razaranjem – reatestacija kvaliteta materijala (za OPP u izradi)
2.	Utvrdjivanje kvaliteta materijala OPP bez razaranja – metodom replike (za OPP u eksploataciji)
3.	Vizuelna i dimenziona kontrola
4.	Utvrdjivanje 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.