

STO GODINA UDARNOG ISPITIVANJA PO ŠARPIJU

A CENTURY OF CHARPY IMPACT TEST

Pregledni rad / Review paper
UDK /UDC: 620.178.7(091)
Rad primljen / Paper received: 15.10.2002.

Adresa autora / Author's address:
Prof. dr Stojan Sedmak
Društvo za imtgritet i vek konstrukcija, Beograd, Milana Rakića 35

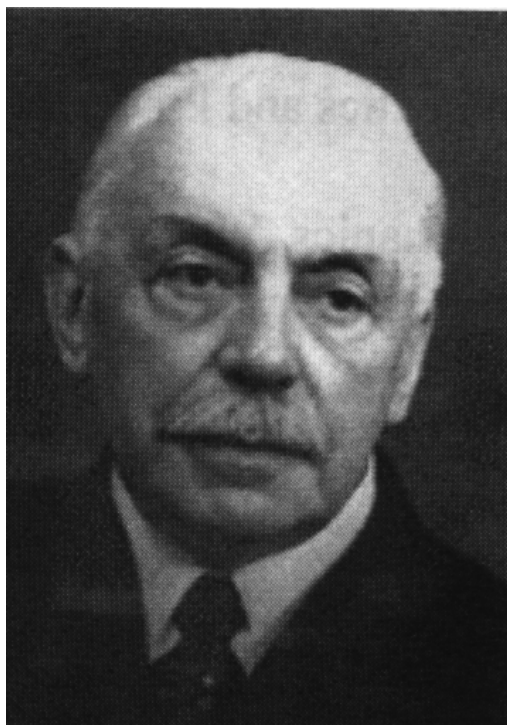
Ključne reči

- instrumentirano ispitivanje po Šarpiju
- statičko opterećenje
- udarno opterećenje

IZVOD

Ukratko je opisan razvoj udarnog ispitivanja po Šarpiju u proteklih 100 godina. Navedene su dve publikacije posvećene jubileju ovog ispitivanja i prikazani najvažniji doprinosi njegovom razvoju. Istaknuti su uloga, primena i razvoj udarnog ispitivanja u Jugoslaviji.

Juna 1901. god. je Žorž Šarpi (sl. 1) u "Memoarima francuskog društva građevinskih inženjera" objavio rad "Ispitivanje metala udarnim savijanjem šipki sa zarezom" (sl. 2) i iste godine ga je saopštio na Kongresu Međunarodnog društva za ispitivanje materijala u Budimpešti [1]. U tom je radu naveo da je 1898. Američkom društvu građevinskih inženjera Rasel predočio da se za merenje absorbirane energije pri udaru koristi klatno. Treba napomenuti da je udarno ispitivanje padajućim tegom bilo već uvedeno u proizvodnji topova. Šarpi je definisao stroge uslove ovog ispitivanja i sistematski radio na njegovoj primeni za ocenu krtoeg ponašanja materijala, zbog čega je ovo ispitivanje dobilo njegovo ime.



Slika 1. Ogisten Žorž Alber Šapi (1865 – 1945)

Keywords

- instrumented Charpy test
- static load
- impact load

ABSTRACT

The development of impact testing according to Charpy in last century is briefly described. Two publications, devoted to the jubilee of this testing are cited and most important contributions to its development presented. The role, use and development of impact testing in Yugoslavia are underlined.

Šarpi je koncipirao ispitivanje tako da na epruveti standardnog poprečnog preseka (10x10 mm) i raspona oslonaca (40 mm) sa zarezom može da se oceni ponašanje metala pri udarnom opterećenju, koje pogoduju brzom razvoju loma. Prisustvo zareza ometa deformaciju zbog koncentracije napona, koja je utoliko izraženija ukoliko je zarez oštiji, i daje lokalni karakter rezultatu, iskazanom kroz utrošenu energiju po jedinici neto preseka (udarna žilavost). Njegova suština je do danas ostala ista, s tim što se sada rezultat iskazuje samo utrošenom energijom. To je još uvek osnovno ispitivanje za izbor materijala, za kontrolu kvaliteta i za ocenu promene krtošći. Zbog svog lokalnog karaktera, Šarpi metoda zauzima posebno mesto u ispitivanju zavarenih spojeva, heterogene mikrostrukture i osobima, naročito u zoni uticaja toplote.

Association internationale pour l'essai des matériaux

Congrès de Budapest 1901.

Note sur l'essai
des métaux à la flexion par choc
de barreaux entaillés.

Par
M. G. Charpy

L'éditeur principal est nommé M. Jacques Moench (A.M.).



Budapest
Société anonyme d'imprimerie et de
1901.

Slika 2. Naslovna strana Šarpijevog rada na 7. Kongresu Međunarodnog društva za ispitivanje materijala u Budimpešti (8 - 13. 9. 1901)

Kako je njegova primena ograničena veličinom epruvete i kapacitetom klatna, na sličnim postavkama su razvijena i ispitivanja velikih uzoraka udarom, kao što su izbočavanje eksplozivnim talasom, karakteristično zbog velike brzine dejstva opterećenja, i ispitivanje padajućim tegom (Pelini proba), u kome je povećana energija i brzina udara tega. Ipak je klasično ispitivanje po Šarpiju očuvalo svoje mesto, jer daje dobre uporedne rezultate, uz značajnu prednost jednostavnog postupka i male cene ispitivanja.

U mnogim slučajevima se primenjuju uzorci manjih dimenzija od standardnih Šarpi uzoraka, što je došlo do izražaja u nuklearnoj tehnici, gde je malo raspoloživog materijala. Proširenjem primene obuhvaćeni su i nemetalni materijali (plastične mase, kompoziti, keramika).

To su razlozi zbog kojih se svakog dana u svetu ispituje ogroman broj epruveta tipa Šarpi i sličnih epruveta sa zarezom.

Sto godina iskustva sa Šarpi ispitivanjem je bio povod za dve značajne publikacije. Prva od njih je Zbornik radova "Udarne ispitivanje klatnom: jedan vek razvoja", koji su uredili T. Sivert i S. Manahan [2].

Druga publikacija je "Od Šarpija do današnjeg udarnog ispitivanja", koju su uredili D. Fransa i A. Pino [3] na osnovu odabranih radova sa Konferencije "Stogodišnjica Šarpi ispitivanja" (Charpy Centenary Conference – CCC 2001), održane u Poatijeju (Francuska). Sedam radova članova našeg društva (DIVK), prikazanih na CCC 2001, je objavljeno u Zborniku radova 2001 [4]. Od tih sedam radova dva su odabrana i posle detaljne recenzije i redakcije objavljena u ESIS Publikaciji 30:

Z. Radaković, A. Sedmak, Gy. B. Lenkey, V. Grabulov: "Determination of ductile crack initiation by magnetic emission and potential drop techniques using pre-cracked Charpy specimens" (71-78)

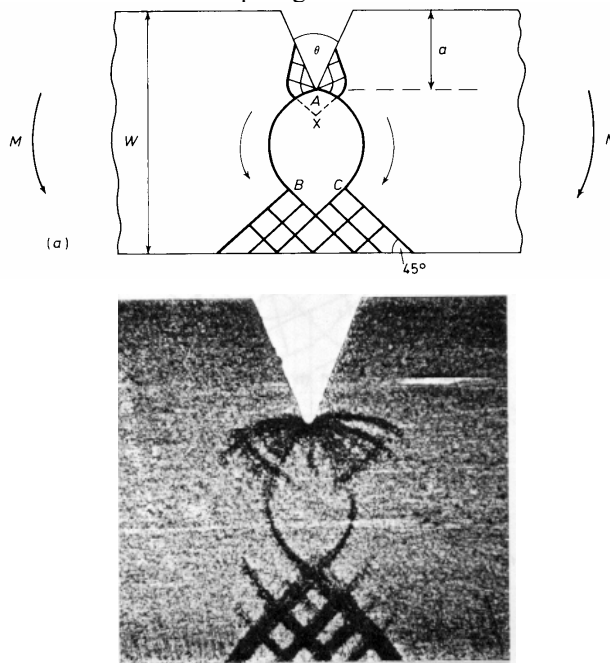
S. Cvetkovski, T. Adžiev, G. Adžiev, A. Sedmak: "Instrumented testing of simulated Charpy specimens made of microalloyed Mn-Ni-V steel" (95-102)

Međutim, i ostali prilozi članova DIVK na CCC 2001 predstavljaju značajan doprinos, koji govori o primeni ovog ispitivanja u našoj zemlji. To stečeno iskustvo treba preneti i našim čitaocima, pa su ovi radovi, uz odobrenje organizatora CCC 2001, prevedeni na srpski i pripremljeni za ovaj broj časopisa "Integritet i vek konstrukcija". Šesti rad u ovom broju predstavlja rezultate najnovijih istraživanja izvedenih u našim laboratorijama.

Navedene publikacije ukazuju da mogućnosti Šarpi ispitivanja još uvek nisu u potpunosti iskorišćene i da se i dalje pažnja posvećuje razvoju i usavršavanju ovog postupka ispitivanja, rešavanjem problema, od kojih se neki navode.

Prva grupa problema je prisutna još od uvođenja ovog ispitivanja, a sastoji se u tome kako na verodostojan način iskoristiti rezultate ispitivanja malih epruveta, kakve su Šarpi epruvete, u analizi konstrukcija. Pri tom treba imati u vidu da sa većom oštrinom zareza (V zarez je danas gotovo u potpunosti istisnuo zaobljeni zarez i zarez tipa ključaonice) ispitivanje dobija izraženiji lokalni karakter i da se rezultati odnose na mikrostrukturu oko vrha zareza. Razvoj mehanike loma i analize ponašanja prslina je omogućio da se definiše i standard za ispitivanje epruveta tipa Šarpi za prethodnom zamornom prslinom (ASTM E 812), što

upućuje na potrebu dalje analize uslovljene koncentracije napona. Sa druge strane, takva epruveta se može oceniti kao vrlo korisna za ispitivanje heterogenih struktura, kakva je zavareni spoj, jer se rezultati odnose na vrlo usko mikrostrukturno područje. Sa ovim je povezan i problem analize plastične deformacije i linija klizanja za takve epruvete. Grin i Handi su 1956. godine pokazali da postoji matematičko rešenje na bazi teorije plastičnosti za razvoj plastične zome epruvete Šarpi (sl. 3), a otvoreno je pitanje šta dalje u tom smeru može da se postigne.



Slika 3. Linija klizanja na epruveti Šarpi: teorijsko rešenje (gore) i izgled na nagriženoj površini (dole)

Druga grupa problema je povezana sa usavršavanjem i daljom primenom postupka ispitivanja. Tu, pre svega, treba navesti instrumentaciju klatna, uvođenjem mernih traka na teg klatna, što omogućava praćenje toka ispitivanja i razdvajanje energija nastanka i rasta prslina. Dalji napredak je ostvaren merenjem dužine prsline magnetnom metodom ili metodom pada električnog potencijala, što omogućava da se odredi dinamička kriva otpornosti. Uvođenje kompjutera ispitivanja u postupak ispitivanja je znatno je olakšalo zapisivanje i tumačenje rezultata, ali još uvek nisu iskorišćene sve mogućnosti koje savremena kompjuterska i merna tehnika nudi u ovoj oblasti.

LITERATURA

1. Charpy. A. G. A. "Note sur l'essai des metaux á la flexion par choc de barreaux entaillés", Association internationale pour l'essai des matériaux, Congrès de Budapest, 1901.
2. The Pendulum Impact Testing: a Century of Progress, Eds: T. A. Siewert, S. Manahan, ASTM STP 1380, West Conshohocken, ASTM, Philadelphia, 2000.
3. From Charpy to Present Impact Testing, Eds: D. François & A. Pineau, ESIS Publication 30, Elsevier, Amsterdam, 2002.
4. "Charpy Centenary Conference – CCC 2001", Proceedings, Poitiers, 2001.