

Nestično merjenje raztezka pri trgalnih preskusih

Contactless Measurement of Elongation on Tensile Machines

M. Petek¹, B. Kaisersberger, TAM, Maribor

Prejem rokopisa - received: 1995-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1995-12-22

Predstavitev nestičnega merilnika raztezkov ter prikaz njegove uporabe pri meritvah diagramov sile in raztezka za kovinske, plastične in gumijaste materiale pri trgalnih preskusih.

Ključne besede: optični merilnik raztezkov, merjenje raztezkov, trgalni preskusi

Introduction of the optical contactless extensometer and its application in tensile tests on metallic, plastic and rubber materials.

Key words: optical extensometer, elongation measurements, tensile tests

1 Uvod

Zaradi neprimernosti klasičnih merilnikov raztezka za merjenja pri materialih, ki imajo velik relativni raztezek, ter pri porušitvenih preskusih, smo v inštitutu zasnovali in izdelali nestični merilnik raztezkov. Njegova bistvena prednost je, da z njim lahko merimo raztezek med preskusom, ne dotikaje se vzorca, kar je še posebej pomembno, kadar opravljamo trgalne preskuse na hidravličnih trgalnih strojih, kjer prihaja ob pretrganju do sunkovitih pomikov, ki bi sicer poškodovali merilni element.

2 Optično merjenje raztezkov

Vitalni del optičnega merilnika raztezkov predstavlja enovrstična kamera, povezana z računalnikom za vrednotenje podatkov in nadzor meritve. Predvsem so od izbire tega elementa odvisne za uporabnike zanimive lastnosti merilnika, kot so ločljivost, natančnost, merilni obseg ter enostavnost uporabe. Računalniško zajemanje in shranjevanje podatkov zagotavlja visoko stopnjo avtomatiziranosti meritev, hkrati pa omogoča enostavno opravljanje podrobnejših analiz ter statističnih pregledov rezultatov. Podatke o meritvah je mogoče zlahka prenesti v bazo podatkov, kjer so na voljo za kasnejši priklic in pregled.

Merilna metoda za merjenje raztezka temelji na opazovanju spreminjanja lege na merjenec nanesenih merilnih oznak. Seveda sta za uspešno meritev potrebni najmanj dve oznaki, z dodatnimi oznakami pa lahko pridobimo podrobnejše informacije o dogajanju vzdolž celotne merilne dolžine vzorca ter o mestu, kjer je prišlo do pretrganja merjenca.

Glede na izbiro kamere, se ločljivost merilnika giblje med 1 m in 0,1 mm. Medtem ko je absolutna natančnost meritev zaradi globinskega spreminjanja povečave in napak optike odvisna od merilne dolžine, pa relativna natančnost merjenja temu ni izpostavljena.

Ugotovljeno lahko podkrepimo še z enačbama (1) in (2), ki opisujeta zvezo med absolutno napako meritve in merilno dolžino ter velikost relativne napake meritve:

$$\Delta l = -k\Delta a l + o(l) \quad (1)$$

$$\Delta l/l = -k\Delta a + o(l) \quad (2)$$

V enačbah (1) in (2) smo s k označili koeficient globinskega spreminjanja povečave, z Δa premik merilnih oznak v smeri optične osi merilnika ter z o koeficient, ki opisuje relativno velikost napake, nastale zaradi neidealne lege merjenca in napak v optičnem sistemu. Značilna vrednost koeficienta k je $0,01 \text{ mm}^{-1}$, za koeficient o pa lahko pri navadnih vpenjalnih pripravah vzamemo vrednost 0,001. Pomikanje merilnih oznak v smeri optične osi merilnika je posledica prečnega krčenja merjenca na mestu oznak med nateznim preskusom. Velikost premika je odvisna od preskusnega materiala in je za kovinske materiale reda velikosti nekaj stotink milimetra, za gumijaste vzorce pa tudi do 50% njihove debeline.

Merilni obseg merilnika lahko izbiramo v razponu od 100 mm pa do preko 500 mm, z odločitvijo pa seveda vplivamo na absolutno ločljivost meritev. V primerih, ko imamo opravka s še večjimi merilnimi dolžinami, lahko merilni obseg razširimo z dodatno optiko, vendar se moramo tudi v tem primeru sprijazniti z zmanjšanjem ločljivosti.

Z vidika dinamičnih preskušanj je zanimiv podatek največje število vzorčenj na sekundo, ki v našem primeru doseže 200 odčitkov v sekundi.

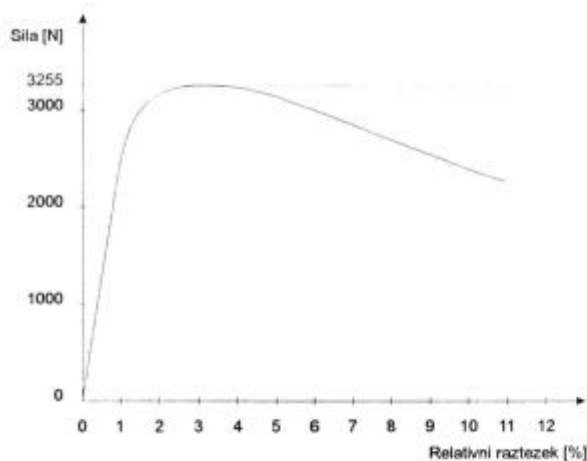
3 Meritve in rezultati

Za izvedbo meritev potrebujemo merilnik raztezkov, modul za zajemanje vrednosti sile ter računalnik s programom, ki nadzira in upravlja meritev. Merilnik lahko pritrdimo na samostojno stojalo, ali pa ga s pritrdilnim elementom pričvrstimo na vodilo čeljusti ali same čeljusti trgalnega stroja. Pri izbiri mesta za pritrdjanje se trudimo, da bi se kar najbolj izognili prenosu tresljajev s stroja na merilnik, saj je od tega odvisna natančnost meritev.

Merilno dolžino na vzorcu označimo s tankimi samolepilnimi trakovi, ali pa uporabimo barvo z dobrimi elastičnimi lastnostmi nanosa. Za gumijaste in druge materiale z velikim relativnim podaljškom pa na merjenec nalepimo označevalne nitke.

Na **sliki 1** je prikazan diagram sila - raztezek, posnet v laboratoriju TAM za merjenec okroglega preseka iz pobilšanega jekla. Vzorec je bil izdelan v skladu s standardom DIN

¹ Marko PETEK, dipl.inž.fiz.
TAM, d.d.
2000 Maribor, Ptujška c. 184



Slika 1: Diagram sila - raztezek za merjenec okroglega prereza (tip A) iz poboljšane jekla

Figure 1: Force - elongation diagram for the probe of typ A made of hardening and tempering steel

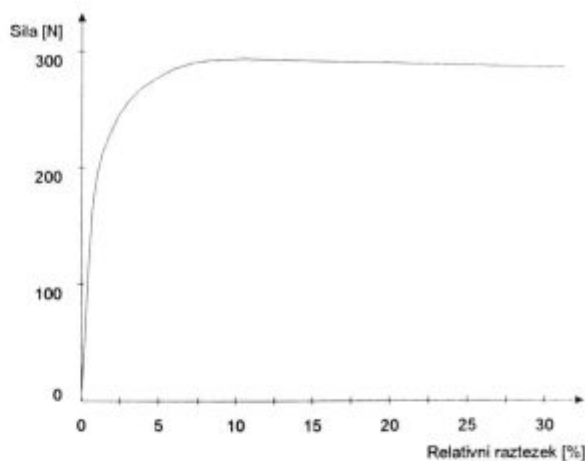
50125 za oblike in mere epruvet pri trgalnih preskusih, začetna merilna dolžina pa je bila 30 mm.

Meritev je bila izvedena samo z enim merilnikom raztezka, torej brez upoštevanja popravka zaradi upogibanja vzorca med natezanjem, zaradi česar se natančnost začetnega področja diagrama (relativni raztezek do 0,2 %) nekoliko zmanjša. S postavitvijo dodatnega merilnika in vzorčenjem raztezka tudi na nasprotni strani merjenca lahko začetno natančnost povečamo, kar je pomembno pri meritvah meje 0,2 %.

Za primerjavo si oglejmo še diagram, posnet za vzorec iz mehkega materiala pravokotnega preseka, z merilno dolžino 35 mm, ki ga prikazuje **slika 2**.

4 Sklep

Po našem mnenju dopolnjuje predstavljeni merilnik pestro paleto merilnikov raztezka. Odlikuje se predvsem pri meritvah



Slika 2: Diagram sila - raztezek za merjenec pravokotnega prereza (tip E) iz mehke pločevine

Figure 2: Force - elongation diagram for the probe of typ E made from soft sheet

raztezka ob pretrganju, meritvah na materialih z velikim relativnim podaljšanjem (gume in plastike) ter dinamičnih meritvah raztezka, kjer frekvenca nihajev ne presega 10 Hz. Zasnova merilnika omogoča enostavno umeritev merilne dolžine z vpisom njene vrednosti v računalniški program, ki na podlagi tega podatka rekalibrira velikost celotnega območja kamere. Potek diagrama sila - raztezek lahko med preskusom opazujemo na ekranu, po končani meritvi pa nam računalnik po želji izpiše merilni protokol.

Upoštevanje nekaterih pogojev lahko predstavljeni merilnik uporabimo tudi kot merilnik pomikov. Zaradi zahtevnega umerjanja pa se k tej možnosti zatečemo le, kadar imamo opraviti z meritvijo, kjer ni mogoče vzpostaviti mehanskega stika med merilnikom in merjencem.