

ЕКСТЕНЗОМЕТЪР ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА НАПРЕЧНА ДЕФОРМАЦИЯ В УСЛОВИЯТА НА ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ

БЕСЕЛИН ЦОНЕВ

Катедра „Съпротивление на материалите”,
Технически университет – София, България
tzonev@tu-sofia.bg

ИВАН МУХТАРОВ

Катедра „Съпротивление на материалите”,
Технически университет – София, България
i_muhtarov@tu-sofia.bg

Анотация: В доклада е описана конструкция на екстензометър за измерване на напречна деформация при високи температури. Направен е якостно-деформационен анализ на еластичният елемент на екстензометъра по метода на крайните елементи. Екстензометърът е изработен и еталониран с помощта на специален стенд описан в тази работа. Проведени са експериментални изследвания с разработения екстензометър и екстензометър на фирма SCHENK при стайна температура и е направен сравнителен анализ.

Ключови думи: екстензометър, напречна деформация, високи температури.

1. Въведение

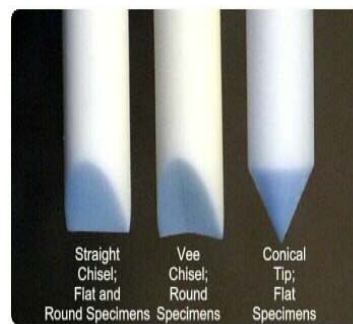
Инженерният подход за якостно-деформационен анализ на конструкционни елементи подложени на продължително въздействието на високи температури се основава на стандартни механични тестове. Пробно тяло (най-често цилиндрично) се нагрява до зададена температура и се натоварва със постоянна сила на опън или постоянно напрежение с цел да се установи деформацията на пълзене [1].

Методиката за експериментално установяване на кривите на пълзене в условията на постоянно напрежение е значително по-сложна. В този случай се налага да се коригира непрекъснатостта на прилаганата сила във времето, в зависимост от изменението на напречната деформацията. Това обаче се компенсира от по-точното регистриране на поведението на материала в условията на постоянно напрежение. В резултат се получават по-достоверни резултати за инженерно практическо приложение.

Един от основните проблеми при изпитването на материалите в условията на високи температури е свързан с регистрирането на протичащите деформации. Има реномирани фирми като INSTRON, EPSILON и други, предлагащи екстензометри за измерване на деформации, цените на които са изключително високи.

Екстензометрите за високи температури съществено се отличават по конструкция от тези за изпитване при нормални температури. Еластичният

елемент трябва да бъде изнесен извън зоната на висока температура. Контактът с пробното тяло се осъществява с пипала от материал, издържащ високи температури (Фигура 1).



Фигура 1. Пипала от материал, издържащ на високи температури.

В настоящата работа се поставя задачата да се разработи екстензометър за измерване на напречна деформация в условията на високи температури.

2. Конструкция на екстензометъра

На базата на опита, натрупан в предишни разработки [2] и данни от специализираната литература, е избрана конструкцията, показана на Фигура 2.

Керамичният цилиндър, главата за захващане на пробното тяло и керамичният прът са изработени от високотемпературна керамика. Керамичният прът контактува с пробното тяло. При монтирането на

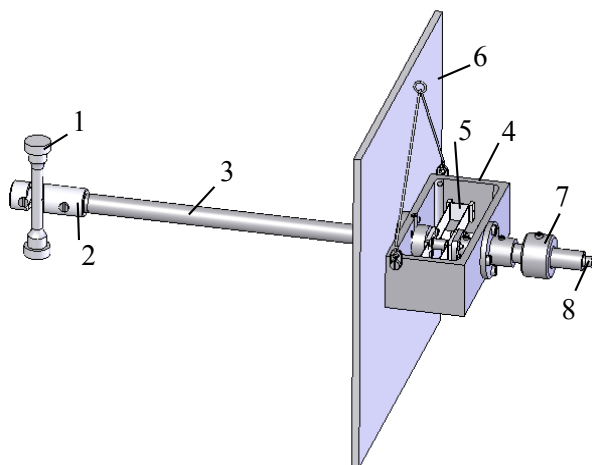
екстензометъра той се издърпва за да се осигури необходимата хлабина в главата за захващане на пробното тяло. В резултат на това еластичният елемент се деформира и при намаляване на напречното сечение на пробното тяло, той се стреми да възстанови първоначалната си форма. Измервателното устройство за деформация е изработено на принципа на преобразуване на механичната деформация в пропорционален електрически сигнал – пълномостова тензометрична схема.

Еластичният елемент е изработен от закалена стомана СТ40Х на електроерозийна машина.

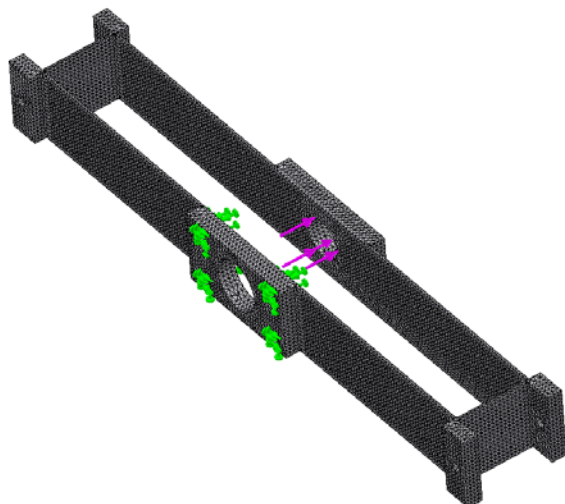
3. Якостно-деформационен анализ на еластичния елемент на екстензометъра

Пресмятанията са направени по метода на крайните елементи със COSMOS WORKS.

На Фигура 3 е показана мрежата от крайни елементи и наложените гранични условия. Изчисленията са направени за осова сила за екстензометъра 10 N.



Фигура 2. Екстензометър за напречна деформация.
1-пробно тяло; 2-глава за захващане; 3-керамичен цилиндър;
4-корпус; 5-еластичен елемент; 6-предпазен щит;
7-противотежест; 8-керамичен прът.

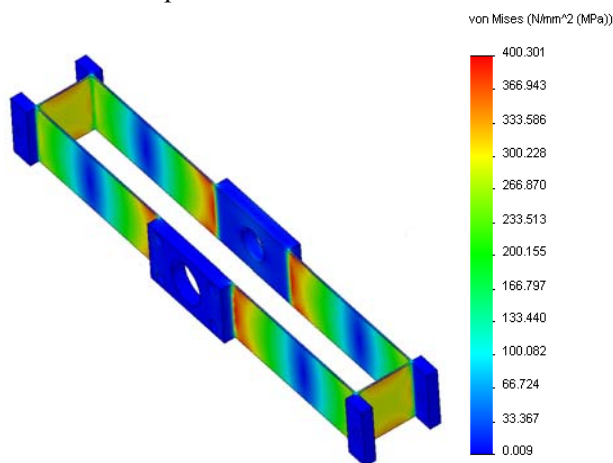


Фигура 3. Мрежа и гранични условия.

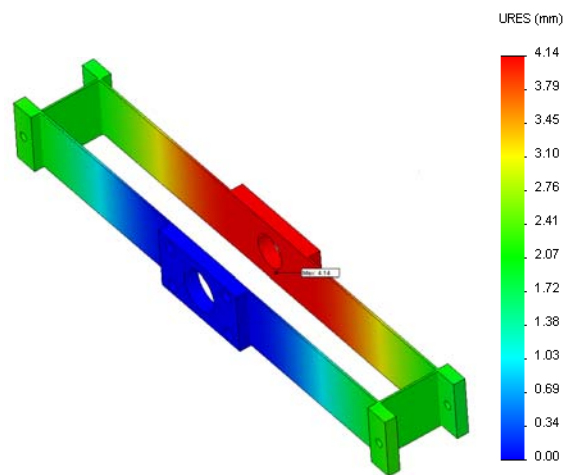
На Фигура 4 е показана картината на напреженията $\sigma_{\text{екв}}$. Сравнително ниските напрежения в еластичното тяло са съобразени с очакваното допълнително натоварване при необходимост от преодоляване на триене в подвижните части на екстензометъра.

4. Изработване и еталониране на екстензометъра

На Фигура 6 е показана снимка на изработения екстензометър.



Фигура 4. Еквивалентни напрежения $\sigma_{\text{екв}}$.

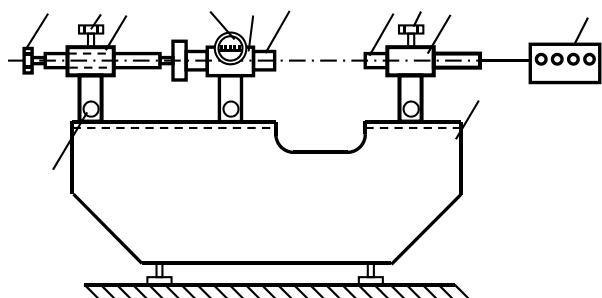


Фигура 5. Премествания по направление на оста на екстензометъра.



Фигура 6. Снимка на изработения екстензометър.

На Фигура 7 е показана блокова схема на използвания стенд за еталониране на екстензометъра.



Фигура 7. Блокова схема на стенда за еталониране на екстензометъра.

1 - държатели, 2 - корпус на стенда, 3 - седла подвижни, 4 - ръкохватка с микрометричен винт, 5 - скала оптична, 6 - универсален тензометричен усилвател, 7 - болтове фиксаторни, 8 - фиксатори.

Чрез единия държател на стенда за еталониране е захваната специална планка, а чрез другия самият екстензометър (Фигура 8). Измервателната схема отговаря напълно на реалното измерване. С помощта на микрометричния винт е задавано преместване през 0,2 mm до стойност 1,6 mm, след което се тръгва в обратна посока отново през 0,2 mm до връщане в изходно положение. За отчитане на деформациите в еластичния елемент е използван усилвател тип DMD 20 на HBM – Германия.



Фигура 8. Снимка на екстензометъра, монтиран в стенда за еталониране.

Направени са 6 цикъла измервания. На базата на получените резултати е пресметнато максималното отклонение от линейност на екстензометъра – $\delta = 0,15 \%$.

5. Експериментално изследване на екстензометъра

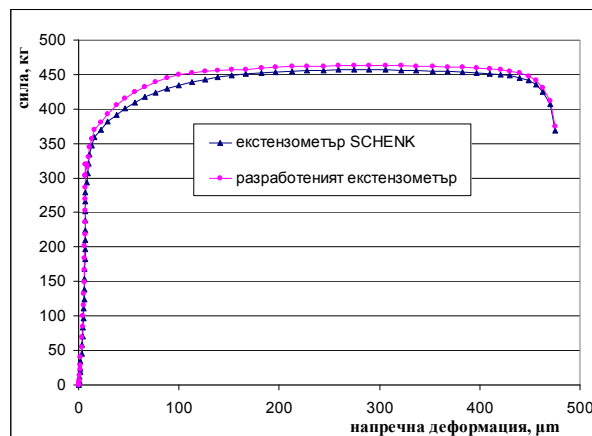
Проведено е експериментално изследване в условията на нормални температури при статично натоварване със разработения екстензометър и тензометър на фирмата SCHENK. Използвани са пробни тела от алуминиева сплав.

На Фигура 9 са показани снимки на екстензометрите, монтирани на пробни тела.



Фигура 9. Снимки на екстензометрите, монтирани на пробно тяло.

На Фигура 10 са показани кривите на деформиране, получени с двата екстензометъра.



Фигура 10. Криви на деформиране, получени с двата екстензометъра.

6. Заключение

Конструиран и изработен е екстензометър за измерване на напречна деформация, което ще позволи провеждането на експериментални изследвания в условията на пълзене при постоянно напрежение. Грешката от линейност е 0,15 %, което е в рамките на даваната от фирмите-производители на такива екстензометри. Измерените деформации с помощта на разработения екстензометър в условията на нормални температури кореспондират с тези измерени с помощта на екстензометъра на фирмата SCHENK, което е основание да се даде висока оценка за точността на резултатите, които ще се получат в условията на повишени температури.

Литература

- [1] EN 10291:2000, Metallic materials – Uniaxial creep testing in tension – Method of test.
- [2] Г. Стойчев, Л. Лазов, В. Цонев, Екстензометър за високи температури, III Национална студентска научно-техническа конференция, 2007, стр.29-32, София, България.

HIGH TEMPERATURE EXTENSOMETER FOR LATERAL STRAIN MEASUREMENTS

VESELIN TSONEV

Department Strength of Materials,
Technical University of Sofia, Bulgaria
tzonev@tu-sofia.bg

IVAN MUHTAROV

Department Strength of Materials,
Technical University of Sofia, Bulgaria
i_muhtarov@tu-sofia.bg

Abstract: The paper presents design of a lateral strain extensometer for high temperature conditions. Strength analysis of the elastic element by means of FEM software was conducted. The extensometer was produced and calibrated with specialized test equipment. Simultaneous test measurements were realized both with the designed extensometer and extensometer made by SCHENK at ambient temperature. Results were compared and analyzed.

Keywords: *extensometer, lateral strain, high temperatures.*