

ЕЛИЗАБЕТА ХРИСТОВСКА

# СОВРЕМЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИСПИТУВАЊА



**Д-Р ЕЛИЗАБЕТА ХРИСТОВСКА**

**СОВРЕМЕНИ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ  
ИСПИТУВАЊА**



**ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ - БИТОЛА  
БИТОЛА, 2012 год.**

## СОВРЕМЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИСПИТУВАЊА

Издавач:  
Технички факултет - Битола

Автор:  
Ред. проф. д-р Елизабета Христовска

Рецензенти:  
Ред. проф. д-р Љубица Каневче  
Ред. проф. д-р Марјан Гаврилоски

Идејно и графичко обликување:  
Авторот

Тираж:  
100 примероци

CIP - Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека “Св.Климент Охридски“,  
Скопје

620.1:004(075.8)

ХРИСТОВСКА, Елизабета  
Современи експериментални испитувања / Елизабета Христовска. -  
Битола:Технички факултет, 2012. - 125 стр. : илустр. ; 23 см

Библиографија: стр. 125

ISBN 978-9989-786-97-6

а) Инженерство-Испитување на материјали-Мерења-Информатика  
- Високошколски учебници  
COBISS.MK-ID 92166922

## ПРЕДГОВОР

Научната област која ги третира есперименталните методи, во светот започнува да се развива во средината на минатиот век, а особен интензитет забележува последните дваесетина години на тој век со современиот развој на одредени технички дисциплини, особено на информатиката и компјутерската техника. Поради фактот што станува збор за релативно млада научна област, а земајќи ги предвид индустриската и економската заостанатост на нашата држава во споредба со развиените земји, примената на експерименталните методи кај нас е во исклучителни случаи како во научната така и во стручната пракса. Кај нас исто така има многу малку литература за експерименталните методи и испитувањата, особено на македонски литературен јазик, посебно од аспект на потребата на студентите за запознавање со оваа проблематика. Тоа ја наметна неопходноста од осмислување и пишување на ваква книга која ќе претставува учебник по предметот Современи експериментални испитувања, кој се изучува на Отсекот за информатика и компјутерска техника и Отсекот за индустриско инженерство и менаџмент на Техничкиот факултет во Битола, во која е преточено петгодишното искуство на авторот како професор по овој предмет и повеќегодишното искуство во работата со оваа проблематика.

Во оваа книга презентирани се современите методи кои денес се користат во светот при експерименталните мерења и испитувања во современото инженерство. Наведени се повеќе сознанија за екстензометриските методи, методата на фотоеластичност, методата на интерферометрија и холографија, методата моаре и методата на крти лакови и напоменати се некои методи за динамички испитувања. Акцентот е ставен на екстензометриската метода за која се обработени повеќе податоци со што се воведуваат студентите покрај во теоретските поставки на методата и во начинот за нејзина практична примена, додека останатите методи обработени се до ниво на основно запознавање на студентите со теоретските поставки на овие методи.

Авторот се надева дека издавањето на оваа книга ќе биде од голема корист за студентите кои ја изучуваат оваа проблематика, со цел брзо и конкретно да ги запознаат теоретските поставки на современите експериментални методи, областа на нивната примена, концепцијата за експерименталните испитувања со методите, можноста за снимање и обработката на излезните резултати со

компјутер и примена на соодветен софтвер. Покрај основната намена, книгата корисно може да им послужи и на студентите на втор циклус на студии на Машинскиот отсек за предметот Методи на експериментални истражувања кај машинските конструкции и на дипломираните инженери кои ја работат оваа проблематика, а на кои им се потребни основни теоретски сознанија за овие методи.

Книгата ја рецензираа ред. проф. д-р Љубица Каневче, професор по предметот Технички мерења на Техничкиот факултет во Битола и ред. проф. д-р Марјан Гаврилоски од Машинскиот факултет во Скопје кој исто така многу добро теоретски и практично ја владее оваа проблематика. На рецензентите во оваа пригода им изразувам благодарност за корисните забелешки и сугестии изнесени при рецензирањето, а кои допринесоа за зголемување на квалитетот на оваа книга.

На сите натамошни корисници на оваа книга кои ќе ми достават добронамерни забелешки, однапред им се заблагодарувам. На тој начин заедно ќе придонесеме за подобрување на нејзиниот квалитет во нејзиното следно издание.

Битола, 2012

Авторот

## СОДРЖИНА

Вовед.....	1
1. Екстензометриски методи.....	6
1.1. Електроотпорни мерни ленти.....	7
1.1.1. Мерна лента <i>K</i> -фактор.....	8
1.1.2. Видови на мерни ленти.....	11
1.1.3. Избор на мерни ленти и нивни карактери- стики.....	19
1.2. Мерен мост.....	20
1.2.1. Четврт мост.....	22
1.2.2. Полумост.....	23
1.2.3. Полн мост.....	23
1.3. Влијание на температурата. Температурна компен- зација.....	25
1.4. Мерење на компонентни деформации.....	27
1.5. Мерење на главни дилатации.....	29
1.6. Засилување на излезниот сигнал.....	33
1.7. Фактори кои влијаат на точноста на мерењето.....	34
1.8. Припрема на мерното место и лепење на мерните ленти.....	40
1.9. Механички екстензометри.....	46
2. Фотоеластичност.....	51
2.1. Поларизатор и анализатор.....	51
2.2. Поларископ.....	52
2.2.1. Линеарен поларископ.....	53
2.2.2. Кружен поларископ.....	54
2.3. Изоклини, изохроми и нивни својства.....	55
2.4. Добивање податоци врз основа на дводимензионал- ни фотоеластични модели.....	59
2.4.1. Снимање на изоклини.....	59
2.4.2. Снимање на изохроми.....	60
2.5. Методологија на обработка на податоци.....	61
2.5.1. Цртање на траекториите на напоните.....	61
2.5.2. Ред на изохромите и негово одредување....	62
2.5.3. Одредување на вредноста на напонот вдолж контурата.....	66
2.5.4. Одредување на знакот на напонот на кон- турата.....	67
2.5.5. Напонско-оптичка константа и начин на одредување.....	67

2.5.6. Концентрација на напон.....	68
2.5.7. Состојба на напоните во внатрешноста на набљудуваната област.....	71
2.6. Фотоеластичност во простор.....	71
3. Интерферометрија и холографија.....	73
3.1. Класична интерферометрија во напонско-оптичка анализа.....	73
3.2. Холографија и холографска интерферометрија....	75
3.2.1. Воведни напомени.....	75
3.2.2. Завршни напомени.....	79
4. Метода моаре.....	82
4.1. Воведни напомени.....	82
4.2. Теорија на методата моаре.....	83
4.3. Примена на методата моаре за одредување на состојбата на поместувања и деформации при рамнинско напрегање.....	87
4.4. Примена на методата моаре при анализа на свитку- вањето на рамни плочи.....	91
4.5. Завршни напомени.....	95
5. Метода на крти лакови.....	97
5.1. Воведни напомени.....	97
5.2. Припрема и тек на мерењето.....	99
5.2.1. Припрема на површината за испитување..	99
5.2.2. Избор на лак.....	99
5.2.3. Нанесување на лакот и сушење.....	104
5.2.4. Тек на испитувањето и отчитување на резултатите.....	106
5.2.5. Баждарење на деформационата осетливост на лаковите.....	107
5.2.6. Зголемување на видливоста на пукнатините	109
5.3. Опрема за испитување.....	110
5.4. Примена на методата.....	111
6. Опредување на заостанатите напони.....	112
6.1. Одредување на заостанатите напони со фотоелас- тична потапка.....	112
6.2. Испитување на заостанатите напони со методата на крт лак.....	114
6.3. Одредување на заостанатите напони со помош на мерни ленти.....	116
7. Напомена за динамичките испитувања.....	117
7.1. Воведни напомени.....	117
7.2. Методи за мерење на осцилации.....	118
8. Напомени за експерименталните методи.....	122