



Digitally signed by  
Library TUM  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity  
of this document

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

## **Sisteme dinamice – analiza vibro-acustică**

**Îndrumar de laborator – Studii de caz**



**Chișinău  
2017**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI  
TRANSPORTURI**

**DEPARTAMENTUL BAZELE PROIECTĂRII MAȘINILOR**

**Sisteme dinamice – analiza vibro-acustică**

**Îndrumar de laborator – Studii de caz**

**Chișinău  
Editura „Tehnica-UTM”  
2017**

CZU 621.8(076.5)

M 17

Lucrarea de față urmărește ca prin structura și conținutul său să pună la dispoziția studenților un material suplimentar important pentru însușirea metodologiei utilizate în cadrul unor cercetări experimentale, ajutând în același timp la înțelegerea și însușirea cunoștințelor predate la disciplinele *Bazele Proiectării Mașinilor, Teoria Mecanismelor și Mașinilor și Organe de Mașini*. Studenții iau cunoștință de o serie de metode și tehnici noi de evaluare experimentală a unor mărimi mecanice specifice organelor de mașini, mecanismelor și mașinilor în general. Sunt utilizate atât metode precise de măsurare a unor mărimi mecanice, cât și tehnica modernă de calcul.

Autori: conf. univ., dr. Malcoci Iulian

conf. univ., dr. Ciobanu Radu

conf. univ., dr. Ciobanu Oleg

Recenzent: prof. univ., dr. hab. Dulgheru Valeriu

#### DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

**Malcoci, Iulian.**

Sisteme dinamice – analiza vibro-acustică: Îndrumar de laborator – Studii de caz / Malcoci Iulian, Ciobanu Radu, Ciobanu Ole; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Dep. Bazele Proiectării Mașinilor. – Chișinău: Tehnica UTM, 2017. – 165 p.: fig.

Aut. sunt indicați pe vs. f. de tit. – Bibliogr.: p. 161 (13 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-489-6.

621.8(076.5)

M 17

## PREFAȚĂ

Diagnoza vibro-acustică a mașinilor și utilajelor mecanice este un domeniu de cercetare actual și important, atât din punct de vedere teoretic, cât și experimental. Astfel în lucrare sunt prezentate analitic fenomenele pe care se bazează vibrodiagnoza, metodele și aparatura modernă de măsurare. Studiile de caz prezentate pun în evidență o paletă largă de defecte care apar în procesul de funcționare a mașinilor și utilajelor mecanice, cum ar fi: alinieri incorecte ale arborilor, strângeri mecanice insuficiente, fenomenul de rezonanță și turația critică, defecte ale lagărelor de alunecare sau de rostogolire, defecte ale transmisiilor prin angrenare cu roți dințate sau ale transmisiilor prin curele, lanțuri, came etc.

## CUPRINS

Prefață .....	3
1. Aprecierea severității vibrațiilor .....	4
1.1. Scopul lucrării .....	4
1.2. Considerații teoretice .....	4
1.3. Severitatea vibrațiilor în cazul unui rotor echilibrat/dezechilibrat ...	5
1.4. Severitatea vibrațiilor în cazul reductorului planetar precesional .....	9
2. Echilibrarea dinamică (într-un plan) .....	12
2.1. Scopul lucrării .....	12
2.2. Considerații teoretice .....	12
2.3. Echilibrarea unui rotor instalat pe capătul unui arbore scurt .....	13
2.4. Echilibrarea rotorului (metoda grafică) .....	24
2.5. Evaluarea procesului de balansare (echilibrare experimentală) .....	25
3. Echilibrarea dinamică (în două plane) .....	29
3.1. Scopul lucrării .....	29
3.2. Considerații teoretice .....	29
3.3. Descriere echipament .....	31
4. Mecanismul bielă-manivelă .....	41
4.1. Scopul lucrării .....	41
4.2. Considerații teoretice .....	41
4.3. Descriere echipament .....	44
4.4. Cercetarea fenomenelor vibratorii în mecanismul bielă-manivelă datorate forțelor de greutate .....	46
4.5. Cercetarea fenomenelor vibratorii în mecanismul bielă-manivelă datorate forțelor de impact cu sarcini alternante .....	53
4.6. Simularea și cercetarea influenței forțelor datorate presiunii gazelor asupra severității vibrațiilor în mecanismul bielă manivelă .....	56
5. Arbori elastici. Vibrații flexionale, turația critică, fenomenul de rezonanță .....	63
5.1. Scopul lucrării .....	63
5.2. Considerații teoretice .....	63
5.3. Descrierea aparaturii .....	65
5.4. Desfășurarea lucrării .....	66
5.5. Prelucrarea datelor .....	68
5.6. Analiza orbitală cu ajutorul sensorilor de deplasare .....	69
6. Simularea prezenței unei fisuri într-un arbore în mișcare de rotație .....	73
6.1. Scopul lucrării .....	73
6.2. Simularea prezenței fisurii în arbore .....	73
6.3. Simularea fisurii în arbore în cazul unui arbore în consolă .....	77
6.4. Simularea fisurii în arbore la un rotor elastic .....	81

7. Severitatea vibrațiilor și comportamentul în funcționare al rulmenților cu deteriorări .....	87
7.1. Scopul lucrării .....	87
7.2. Considerații teoretice .....	87
7.3. Descriere echipament .....	92
7.4. Desfășurarea lucrării .....	94
7.5. Cercetarea experimentală și analiza vibrogramelor pentru diferite tipuri de defecte ale rulmenților .....	95
8. Studiul factorilor de influență asupra funcționării transmisiilor prin curele .....	101
8.1. Scopul lucrării .....	101
8.2. Considerații teoretice .....	101
8.3. Descriere echipament .....	105
8.4. Desfășurarea lucrării .....	106
9. Studiul defectelor prin analiza vibro-acustică a reductoarelor cu roți dințate cilindrice .....	114
9.1. Scopul lucrării .....	114
9.2. Considerații teoretice .....	114
9.3. Descriere echipament .....	117
9.4. Înregistrarea spectrului de frecvență în cazul reductorului cu roți dințate cilindrice fără defecte (dinți drepți) fără modificarea distanței dintre axe sub sarcină la turația de lucru de 1800 rot/min .....	120
9.5. Înregistrarea spectrului de frecvență în cazul reductorului cu roți dințate cilindrice fără defecte (dinți drepți) fără încărcare, cu modificarea distanței între axe (capacul de rulment reglabil rotit la $-30^\circ$ ) și turația 1800 rot/min .....	126
9.6. Înregistrarea spectrului de frecvență în cazul reductorului cu roți dințate înclinate cilindrice cu defecte .....	128
10. Studiul defectelor prin analiză vibro-acustică a transmisiilor .....	134
10.1. Scopul lucrării .....	134
10.2. Considerații teoretice. Metode de evaluare a zgomotului .....	134
10.3. Echipament pentru măsurarea nivelului de zgomot .....	136
10.4. Cercetarea acustică al reductorului planetar precesional de putere ...	140
10.5. Determinarea curbelor de zgomot $C_z$ .....	141
11. Depistarea vibrațiilor provocate de efectele electrice în cazul unui motor asincron de curent alternativ .....	143
11.1. Scopul experimentului .....	146
11.2. Influența vibrațiilor de natură aero-dinamică într-un motor asincron. Scopul experimentului .....	151
11.3. Defectarea unei bobine în motrul asincron .....	156
Bibliografie .....	161

## BIBLIOGRAFIE

1. Malcoci Iu. *Cercetarea nivelului de vibrații și zgomot în transmisiile planetare precesionale*, Teză de doctor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, 2015.
2. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Computerised vibration analyzer*. Instruction Manual, GUNT, Barsbittel, 2011.
3. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Roller bearing faults kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2011.
4. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Brake & Load Unit*. Instruction Manual, GUNT, Barsbittel, 2010.
5. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Elastic shaft kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
6. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Crack detection in rotating shaft kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
7. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Belt drive kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
8. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Damage to gears kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
9. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Krank mechanism kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
10. Abraham D., Boxhammer J., Mittasch P. *Electromechanical vibration kit*. Experiment instructions, GUNT, Barsbittel, 2010.
11. Sucală F., Belcin Ov., Bojan Șt., Haragăș S., Kerekes Gh., Pop D., Pustan M., Tudose L., Antal A., Bîrleanu C., Căzilă A., Juchișan-Matieșan D., Oltean I., Popa C., Tătaru Ov., Turcu I. *Organe de mașini, mecanisme și tribologie*. Studii de caz. Ed. Todesco, Cluj, 2008.
12. Ridzi M. C., Cherecheș T., Ridzi M. E. *Diagnosticarea vibromecanică a mașinilor și utilajelor industriale*, Editura Militară, București, 2000.
13. <http://www.envi.ro/index.php?view=page&categoryid=9&subcatid=67&tabid=161#2250light>