

UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE INGINERIA SISTEMELOR BIOTEHNICE



REZUMAT
TEZĂ DE ABILITARE

**Metode conceptuale avansate în analiza proceselor
vibroacustice cu impact asupra diminuării efectelor poluante**

Domeniu: Inginerie mecanică

Autor: Conf.univ.dr.ing. Ovidiu VASILE

BUCUREȘTI, 2022

A1. Rezumat

Teza de abilitare, intitulată “*Metode conceptuale avansate în analiza proceselor vibroacustice cu impact asupra diminuării efectelor poluante*”, conține o parte din rezultatele publicate de autor, de la obținerea titlului de doctor în domeniul ingineriei mecanice (aprilie 2009) până în prezent.

Metodele conceptuale de reducere a zgomotului, considerate în prezenta teză de abilitare, au la bază folosirea unor soluții constructive de: atenuatoare de zgomot, rezonatori acustici, structuri compozite de materiale fonoabsorbante, panouri acustice și carcasări. Majoritatea au rolul diminuării efectelor poluante datorate zgomotului produs de funcționarea unor autovehicule/mașini/echipamente, zgomotul produs de traficul rutier/feroviar, etc.

În cazul metodelor conceptuale pentru reducerea vibrațiilor, sunt considerate soluții care au la bază soluții cu control pasiv/activ, dispozitive elastomerice și amortizoare vâscoase. Acestea au rolul diminuării efectelor poluante datorate vibrațiilor produse de echipamente și acțiunile seismice, ce corespund cu reducerea nivelului de vibrații transmise omului, respectiv, structurilor de construcții.

În domeniul ingineriei mecanice, *direcțiile de cercetare* abordate de autor în teza de abilitare sunt:

- Analiza atenuatoarelor de zgomot și a rezonatorilor acustici;
- Studiul proprietăților acustice ale structurilor fonoabsorbante;
- Analiza vibrațiilor produse de echipamente și de acțiunile seismice.

Motivația alegerii direcțiilor de cercetare prezentate în teza de abilitare are la bază cercetările realizate de autor în ultimii 12 ani de la obținerea titlului de doctor.

B.I. Realizări științifice și profesionale, conține trei capitole care corespund celor trei direcții de cercetare abordate de autor în teza de abilitare.

Capitolul 1 tratează *analiza atenuatoarelor de zgomot și a rezonatorilor acustici*. În prima parte, se începe cu o prezentare succintă a clasificării atenuatoarelor de zgomot urmată de terminologii și definiții generale. Se include diagrama bloc a unui sistem pentru atenuatorul de zgomot și forma generală a unui tip simplu de atenuator. În continuare se prezintă o descriere detaliată a metodei matricelor de transfer (MMT) aplicată pentru un atenuator cu o singură cameră de expansiune. Ulterior sunt incluse dezvoltările autorului pentru atenuatorul cu două, trei și trei camere cu o conductă centrală cu perforații. Pentru fiecare tip în parte sunt prezentate graficele rezultate pentru evidențierea pierderii prin transmisie în funcție de frecvență și datele de intrare considerate. Se continuă prezentarea cu două studii de caz: studiul experimental și analitic la un atenuator cu trei camere și o conductă intermediară cu perforații, respectiv analiza comparativă a pierderii prin transmisie în funcție de numărul de tuburi interioare perforate. În continuare, se prezintă metoda matricelor de transfer aplicată la rezonatori acustici, cu exemplificarea pe un tub cu patru ramificații laterale. În partea a doua, se prezintă aplicarea metodei elementelor de frontieră (MEF), ce include o prezentare succintă a metodelor analitice și numerice, metoda elementului de frontieră și evaluarea pierderii prin transmisie folosind metoda MEF. În continuare sunt prezentate rezultatele obținute în mai multe situații: atenuator cu una sau două camere de expansiune, analiza comparativă între evaluările numerice (MMT-MEF) și teste experimentale la un atenuator cu trei camere. La final se prezintă studiul atenuatoarelor de zgomot disipative, cu evidențierea caracteristicilor pierderii prin transmisie pentru cinci studii. În fiecare studiu considerat, pentru diferite configurații geometrice au fost analizate

în paralel situația atenuatoarelor de zgomot reactiv (fără material fonoabsorbant) și atenuatoarele disipative (căptușite cu material fonoabsorbant).

La finalul acestui capitol se prezintă *concluzii și contribuții personale* ale autorului, precum și publicațiile care fundamentează acest capitol al tezei de abilitare, dintre care se menționează: 1 monografie (unic autor), 1 îndrumar de laborator (unic autor), 12 lucrări științifice publicate ca prim/unic autor (1 în jurnal indexat ISI, 7 în jurnale indexate BDI și 4 în volumele unor conferințe internaționale) și 1 lucrare (în jurnal indexat BDI). O mare parte din rezultatele prezentate în acest capitol fac parte din cercetările efectuate în cadrul studiilor post-doctorale (2010-2013) - POSDRU/89/1.5/S/62557.

Capitolul 2 prezintă *studiul proprietăților acustice ale structurilor fonoabsorbante*. În prima parte se prezintă analiza proprietăților acustice determinate cu interferometrul acustic care include o prezentare succintă a metodei de evaluare experimentală cu două microfoane. Sunt incluse rezultatele experimentale obținute din mai multe studii proprii, în special pentru determinarea variației coeficientului de absorbție acustică, pe diferite amestecuri compozite sau în combinație multistrat, folosind: materiale comerciale, materiale compozite cu granule de cauciuc reciclat/plută, talaj, fulgi de PET, zgură de furnal, deșeu rumeguș, deșeu polistiren, deșeuri din fibră de sticlă, materiale textile (lână, iută), argilă, ghips, rumeguș de brad, deșeuri textile, spumă poliuretanică și amestecuri de fragmente de cauciuc cu ciment. Ulterior se prezintă metodele matematice pentru predicția absorbției acustice: modelul Delany și Bazley, modelul Hamet și Bérengier, modelul Allard și Champoux – aplicate în două studii pentru combinații de materiale fonoabsorbante: spumă poliuretanică / rumeguș de brad și liant poliuretanic / rumeguș de pin. Ultimul model matematic, modelul matricelor de transfer aplicat pentru structuri multistrat, este o dezvoltare a autorului pentru o structură compusă din: tablă neperforată, vată minerală, folie de polietilenă și tablă perforată – structură asemănătoare cu cele folosite pentru barierele acustice. În continuare, se prezintă analiza parametrilor panourilor acustice, care include pentru început o analiză în situ a pierderii prin inserție pentru un panou cu lungime de 10,2m și înălțime de 3,5m – pentru poziții ale receptorului situate între 2-6m. În continuare se evidențiază caracteristicile de absorbție acustică, coeficientul de reducere al zgomotului și indicele de izolare la zgomot aerian pentru un panou în structură sandwich cu una din fețe cu diferite rapoarte de perforare (rezultatele obținute au stat la baza formulării cererii de brevet de invenție nr. A / 00176 din 05.04.2022). Se continuă cu prezentarea reducerii zgomotului și influența difracției la barierele acustice în care sunt evidențiați parametrii acustici prin teste experimentale efectuate în camera anecoică apoi cu ajutorul unor modele matematice care au la bază numărul Fresnel, și ulterior, un alt studiu mai complex care ia în considerare umiditatea relativă a aerului și rezistivitatea (absorbția) solului. Studiile panourilor acustice se încheie cu prezentarea analizei acustice a unor structuri modulare inovatoare realizate în structuri compozite pe baza de deșeuri ceramice, cauciuc și HDPE. În partea finală a acestui capitol se prezintă influența structurilor fonoabsorbante la carcasări, unde se prezintă influența materialelor asupra factorului de directivitate, dar sunt evidențiate și soluții reale de insonorizare a unei cabine de MMT45.

La finalul acestui capitol se prezintă *concluzii și contribuții personale* ale autorului, precum și publicațiile care fundamentează acest capitol al tezei de abilitare, dintre care se menționează: 1 monografie (coautor), 20 lucrări științifice publicate ca prim autor/coautor (7 în jurnale cotate ISI, 4 în jurnale indexate ISI, 6 în jurnale indexate BDI, 3 în volume conferințe), 2 brevete de invenție (indexate Derwent Innovation). O parte din rezultatele finale ale acestui capitol fac parte din cercetările efectuate în 2 proiecte de cercetare: INOVARE, Modulul 1 (2008-2011) și PN-II-PT-PCCA-2013-4-0242 (2014-2016), în care autorul tezei de abilitare a fost membru, și respectiv, responsabil de proiect.

Capitolul 3 tratează analiza vibrațiilor produse de echipamente și de acțiunile seismice. Pentru început se prezintă comportamentul dinamic la solicitările vibrațiilor de torsiune ce include rezultatele obținute pentru variația valorilor proprii de pulsație, variația deformației unghiulare, variația cuplului maxim și parametrii obținuți la frânare. Se continuă cu o analiză a echipamentelor cu excitație inerțială urmată de o analiză a acțiunilor dinamice a mașinilor asupra terenului. Se prezintă rezultatele obținute de amplitudine, transmisibilitate și forță transmisă pe baza modelelor Voigt-Kelvin și Maxwell, precum și rezultate experimentale ale coeficientului de rigiditate. În cazul influenței rigidității terenului asupra echipamentului de lucru, se prezintă pulsațiile proprii obținute pentru echipamentele de compactare CVA 5 și CVA 10. În continuare, se prezintă analiza controlului activ al vibrațiilor în cazul excitațiilor dinamice armonice și în cazul excitațiilor dinamice inerțiale, avându-se în vedere regimurile de funcționare în antirezonanță, rezonanță și postrezonanță. Pentru evidențierea reducerii amplitudinilor vibrațiilor se introduce metoda funcției minime dezvoltată de autor. Ulterior sunt prezentate două studii de caz cu rezultatele obținute pentru evidențierea efectelor vibrațiilor asupra omului prin evaluarea valorii maxime a vibrațiilor tranzitorii MTVV și valorile dozei de vibrații VDV. În partea a doua a acestui capitol sunt analizate soluțiile de reducere a vibrațiilor produse de acțiunile seismice. În cazul vibrațiilor transmise construcțiilor, sunt analizate soluțiile de izolare a bazei cu ajutorul aparatelor de reazem elastomerice și amortizoarele cu fluid vâcos. Pentru evaluarea șocurilor seismice transmise unui viaduct, datorită excitație produsă de trecerea unor camioane peste praguri de probă standardizate de înălțime de 4 cm, pe baza spectrelor de accelerație măsurate sunt prezentați parametrii vibrațiilor proprii în funcție de: valorile efective ale amplitudinilor deplasărilor, frecvență, decrementul logaritmic și fracțiunea din amortizarea critică. De asemenea, se prezintă o analiză dinamică a unui viaduct rezemat pe 80 de aparate de reazem din elastomeri. Analiza dinamică este efectuată pentru cinci tipuri de aparate de reazem Mageba, prezentându-se parametrii frecvențelor proprii ale vibrațiilor decuplate și frecvențele proprii ale subsistemelor cu mișcări cuplate – rezultate obținute pe baza unor programe de calcul realizate de autor. În final, se prezintă modelul unei clădiri cu suport elastic și modelul de izolare pasivă a bazei în condiții de excitație seismică inerțială.

La finalul acestui capitol se prezintă *concluzii și contribuții personale* ale autorului, precum și publicațiile care fundamentează acest capitol al tezei de abilitare, dintre care se menționează: 22 lucrări științifice publicate (1 în jurnal cotate ISI, 3 în jurnale indexate ISI, 7 în reviste indexate BDI, 11 în volumele unor conferințe naționale/internaționale).

B.II. Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei, reprezintă ultima parte a tezei de abilitare în care se detaliază planurile de viitor ale autorului pentru dezvoltarea carierei profesionale, științifice și academice.

În final se prezintă bibliografia tezei de abilitare, care este împărțită în trei părți corespunzător direcțiilor de cercetare studiate, în cele trei capitole.