ICS 17.160

VDI-RICHTLINIEN

September 2014

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger
Schwingungsdämpfer
Grundlagen, Kenngrößen, Realisierung, Anwendung

Dynamic damper and dynamic vibration absorber
Dynamic damper
Fundamentals, characteristics, implementation, application

VDI 3833

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Frühere Ausgabe: 05.09
Former edition: 05/09

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

BESTÄTIGT VDI zuletzt 2019

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt Seite

Vorbemerkung 3
Einleitung 3
1 Anwendungsbereich 4
2 Formelzeichen 5
3 Grundlagen und Übersicht 9
4 Kenngrößen und Funktionen bei linearem Dämpfungsverhalten 10
4.1 Übersicht 10
4.2 Werkstoffdämpfung 11
4.2.1 Werkstoffdämpfung bei festen Werkstoffen – Übersicht 11
4.2.2 Werkstoffdämpfung bei festen Werkstoffen bei harmonischer Beanspruchung 12
4.2.3 Werkstoffdämpfung bei Flüssigkeiten 15
4.3 Bauteildämpfung 17
4.3.1 Rheologisches Modell 17
4.3.2 Energiebetrachtung 21
4.4 Systemdämpfung 22
4.4.1 Logarithmisches Dekrement 22
4.4.2 Dämpfungsgrad 22
4.4.3 Ersatzdämpfungsgrad 22
4.4.4 Halbwertsbreite 22
4.4.5 Nicht proportionale Dämpfung 23
4.4.6 Proportionale Dämpfung, Bequemlichkeitshypothese 23
5 Kenngrößen und -funktionen bei nichtlinearem Dämpfungsverhalten 24

Contents Page

Preliminary note 3
Introduction 3
1 Scope 4
2 Symbols 5
3 Fundamentals and overview 9
4 Characteristics and functions in linear damping behaviour 10
4.1 Overview 10
4.2 Material damping 11
4.2.1 Material damping and solid materials – overview 11
4.2.2 Material damping in solid materials under harmonic loading 12
4.2.3 Material damping with fluids 15
4.3 Component damping 17
4.3.1 Rheological model 17
4.3.2 Energy aspects 21
4.4 System damping 22
4.4.1 Logarithmic decrement 22
4.4.2 Damping ratio 22
4.4.3 Equivalent damping ratio 22
4.4.4 Half power value bandwidth 22
4.4.5 Non-proportional damping 23
4.4.6 Proportional damping, convenience hypothesis 23
5 Characteristic variables and functions in non-linear damping behaviour 24

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Schwingungstechnik

VDI-Handbuch Schwingungstechnik

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Seite

6 Auswirkungen der Dämpfung 25
6.1 Freie Schwingungen 25
6.2 Erzwungene Schwingungen in der Umgebung von Resonanzbereichen 27
6.3 Erzwungene Schwingungen außerhalb von Resonanzbereichen. 29
6.4 Auswirkungen auf den Tilgereffekt 30
6.5 Auswirkungen bei nichtlinearen Systemen. 31
6.6 Stabilität und Instabilität von Schwingungssystemen 31

7 Physikalische Prinzipien zur Realisierung von Dämpfung 32
7.1 Werkstoffdämpfung. 32
7.2 Festkörperreibungsdämpfung (Fügestellendämpfung, coulombsche und technische Reibung) 32
7.3 Flüssigkeitsreibungsdämpfung 33
7.3.1 Verdrängungsdämpfung mit Drosselwirkung 33
7.3.2 Verdrängungsdämpfung ohne Drosselwirkung 33
7.3.3 Scherspaltdämpfung 33
7.4 Wirbelstromdämpfung 33
7.5 Elektrorheologische und magnetorheologische Dämpfung (ERF und MRF). 33

8 Technische Realisierung und Anwendungen 34
8.1 Verdrängungsdämpfer 34
8.1.1 Schwingungsdämpfer für translatorische Bewegungen 34
8.1.2 Schwingungsdämpfer für rotatorische Bewegungen 38
8.2 Elastische Elemente mit integrierter Dämpfung. 44
8.2.1 Elastisches Element mit Werkstoffdämpfung 44
8.2.2 Elastisches Element mit viskoser Dämpfung 47
8.2.3 Elastisches Element mit Trägheitswirkung durch Flüssigkeit 49
8.3 Viskoser Dämpfer. 50
8.4 Reibungsdämpfer 52
8.4.1 Reibungsdämpfer mit Stempel im Führungsrohr 52
8.4.2 Reibungsfeder 52
8.4.3 Stahlseilfeder. 54
8.4.4 Dämpferkissen 54
8.4.5 Reibleistendämpfer 56
8.4.6 Fügestellendämpfung 58
8.5 Verbundkonstruktionen (Sandwich) 58
8.5.1 Zweischichtiges Verbundblech (Metallblech mit Dämpfungsbelag) . 58
8.5.2 Dreischichtiges Verbundblech 59
8.5.3 Verbundbauteile 61

Page

6 Effects of damping. 25
6.1 Free oscillations 25
6.2 Forced oscillations in the neighbourhood of resonant ranges 27
6.3 Forced oscillations outside resonant ranges 29
6.4 Effects on the absorption effect 30
6.5 Effects on non-linear systems 31
6.6 Stability and instability of oscillatory systems 31

7 Physical principles behind the implementation of damping 32
7.1 Material damping. 32
7.2 Solid-friction damping (joint damping, Coulomb and technical friction) 32
7.3 Liquid-friction damping 33
7.3.1 Squeeze-film damping with restriction effect 33
7.3.2 Displacement damping without restriction effect 33
7.3.3 Shear-gap damping 33
7.4 Eddy-current damping 33
7.5 Electrorheological and magnetorheological damping (ERF and MRF) 33

8 Technical implementation and applications . 34
8.1 Displacement dampers 34
8.1.1 Vibration dampers for translatory movements. 34
8.1.2 Vibration dampers for rotatory movements. 38
8.2 Resilient elements with integrated damping 44
8.2.1 Resilient elements with material damping 44
8.2.2 Resilient elements with viscous damping 47
8.2.3 Resilient elements with inertia effect due to fluid 49
8.3 Viscous dampers 50
8.4 Friction dampers 52
8.4.1 Friction dampers with a plunger in the guide tube. 52
8.4.2 Friction springs 52
8.4.3 Steel-cable springs. 54
8.4.4 Damper cushions 54
8.4.5 Friction-strip dampers. 56
8.4.6 Interfacial damping 58
8.5 Composite (sandwich) designs. 58
8.5.1 Two-layer composite plate (sheet metal with damping layer) . . 58
8.5.2 Three-layer composite plate. 59
8.5.3 Composite components 61

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Seite

8.6 Sonstige Dämpfungswirkungen in Maschinen und Anlagen 61
8.6.1 Propellerdämpfung. 61
8.6.2 Gleitlagerdämpfung 62

9 Experimentelle Ermittlung von Kenngrößen und -funktionen für Schwingungsdämpfer 63
9.1 Übersicht 63
9.2 Versuchseinrichtungen 63
9.3 Überführung von Messgrößen in Kenngrößen und -funktionen für Schwingungsdämpfer. 64
9.3.1 Dämpfungskoeffizient 64
9.3.2 Dämpfungsgrad 65
9.3.3 Dämpfungsfaktor 65
9.3.4 Verlustfaktor 66
9.3.5 Verlustwinkel 66

Schrifttum 67

Page

8.6 Other damping effects in machinery and equipment 61
8.6.1 Propeller damping 61
8.6.2 Sleave bearing damping 62

9 Experimental determination of characteristic variables and functions for vibration dampers 63
9.1 Overview 63
9.2 Test rigs 63
9.3 Conversion of measured variables into characteristic variables and functions for vibration dampers 64
9.3.1 Damping coefficient. 64
9.3.2 Damping ratio 65
9.3.3 Damping factor 65
9.3.4 Loss factor. 66
9.3.5 Loss angle 66

Bibliography 67