



Resonanzversuch mit limuslab Silikonpad

Dipl.-Ing. Armin Rohnen LfbA
Hochschule München - Munich University of Applied Sciences
Fakultät 03 - Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik
Dachauer Straße 98b, 80335 München
eMail: rohnen@hm.edu
Datum: 11.12.2022

1 Abstract

Anhand eines Resonanzversuchs wurde die Auswirkung der von limuslabs hergestellten Silikonpads bewertet. Ziel des Versuches war es, zu bewerten ob und ggf. welche weiterführenden schwingungstechnischen Untersuchungen erforderlich sind, um die Wirkweise der Silikonpads zu ermitteln.

Die Behandlungsart der Silikonpads ist unbekannt. Für die Durchführung der Versuche wurden seitens limuslabs behandelte und unbehandelte Pads zur Verfügung gestellt.

The effect of the silicone pads manufactured by limuslabs was evaluated by means of a resonance test. The aim of the test was to evaluate whether and, if so, which further vibration tests are required to determine the mode of action of the silicone pads.

The treatment method of the silicone pads is unknown. For the tests, limuslabs provided treated and untreated pads.

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	2
2	Einleitung	4
3	Ergebnis der Untersuchung	4
4	Zusammenfassung	5
5	Verzeichnis der Formelzeichen	6
6	Abbildungsverzeichnis	6
7	Literatur und Quellen	6

2 Einleitung

Für den Resonanztest wird der in [1, Absch. 15] beschriebene Versuch zur experimentellen Modalanalyse durchgeführt, allerdings auf eine Übertragungsstrecke reduziert. Es wird an Messpunkt 6 mittels Impulshammer angeregt und an Messpunkt 3 mittels Beschleunigungssensor die Antwort erfasst. An der Innenseite der Schwungsscheibe an Messpunkt 6 werden die Silikonpads angebracht.

For the resonance test, the test for experimental modal analysis described in [1, para. 15] is performed, but reduced to a transmission path. Excitation is performed at measuring point 6 by means of an impulse hammer and the response is recorded at measuring point 3 by means of an acceleration sensor. The silicone pads are attached to the inside of the flywheel at measuring point 6.

3 Ergebnis der Untersuchung

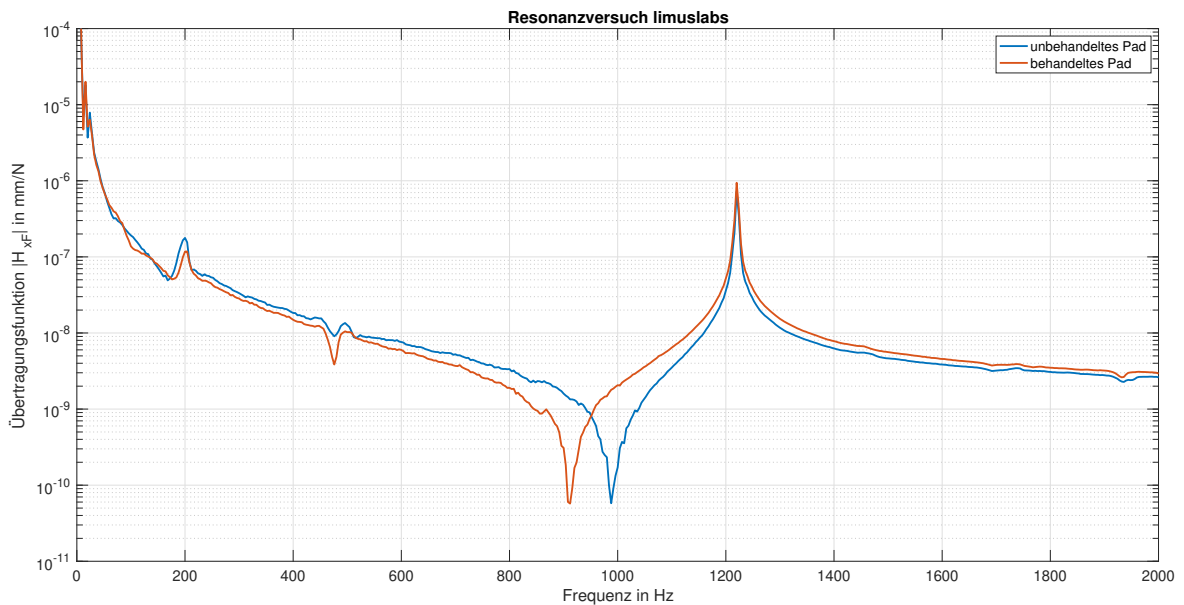


Abbildung 1: Vergleich der Übertragungsfunktionen $|H_{xF}(f)|$ zwischen unbehandeltem und behandeltem Silikonpad.

Comparison of the transfer functions $|H_{xF}(f)|$ between untreated and treated silicone pad.

Die Antiresonanzstelle ¹ verschiebt sich von $f_{d,anti} = 988 \text{ Hz}$ auf $f_{d,anti} = 912 \text{ Hz}$. Die Resonanzstelle der ersten Schwingmode der Schwungscheibe bleibt mit $f_d = 1220 \text{ Hz}$ erhalten.

Die Verschiebung der Antiresonanzstelle wirkt sich auf die Dämpfung der Schwingung aus. Der Dämpfungsgrad D beträgt mit behandeltem Silikonpad $D = 9,8 \cdot 10^{-4}$ während er unbehandelt $D = 8,6 \cdot 10^{-4}$ beträgt. Dies stellt eine Erhöhung

¹Als Antiresonanz wird der Frequenz(bereich) mit hohem mechanischem Widerstand bezeichnet. Charakteristisch für die Antiresonanzstelle ist in der Darstellung der Übertragungsfunktion, die nach unten gerichtete Spitze.

des Dämpfungsgrads von 13,9 % dar.

The antiresonance point ² shifts from $f_{d,anti} = 988 \text{ Hz}$ to $f_{d,anti} = 912 \text{ Hz}$. The resonance point of the first oscillation mode of the flywheel remains at $f_d = 1220 \text{ Hz}$. The displacement of the antiresonance point affects the damping of the oscillation. The damping ratio D with treated silicone pad is $D = 9.8 \cdot 10^{-4}$ while untreated it is $D = 8.6 \cdot 10^{-4}$. This represents an increase in the damping ratio of 13.9 %.

Bedenkt man die Zusammenhänge zwischen Resonanzfrequenz, Dämpfungsgrad und Auslenkung (Schwingweg) einer Schwingform (Mode): Consider the relationships between resonant frequency, damping ratio and displacement (vibration displacement) of a vibration mode:

$$D = \frac{\delta}{\omega_d} \quad (1)$$

Der Dämpfungsgrad als Verhältnis von Dämpfungskonstante und Eigenkreisfrequenz der geschwindigkeitsproportional gedämpften Schwingung.

The degree of damping as the ratio of the damping constant and the natural angular frequency of the vibration damped in proportion to the velocity.

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \quad (2)$$

Die Eigenkreisfrequenz der geschwindigkeitsproportional gedämpften Schwingung in Abhängigkeit der Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung und der Dämpfungskonstante.

The natural angular frequency of the velocity-proportional damped vibration as a function of the natural angular frequency of the undamped vibration and the damping constant.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \quad (3)$$

Die Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung in Abhängigkeit der Federrate und der Masse. The natural angular frequency of undamped vibration as a function of spring rate and mass.

$$\Phi_m \cdot \Phi_n = |H_{aF}(\omega_d)| \cdot \sqrt{D^4 + 4 \cdot D^2} \quad (4)$$

Das Produkt der Auslenkungen an Anregungspunkt und Antwortpunkt in Abhängigkeit der Übertragungsfunktion und der Dämpfung.

The product of the deflections at the excitation point and the response point as a function of the transfer function and the damping.

So kann für die von limuslabs durchgeführte Behandlung der Silikonpads eine Auswirkung auf die Federrate und/oder Dämpfungskonstante, was eine Reduzierung des Eigenvektors (Auslenkung) bewirkt, als These aufgestellt werden. Diese These muss durch weitere Untersuchungen erst bestätigt werden.

Thus, for the treatment of the silicone pads carried out by limuslabs, an effect on the spring rate and/or damping constant, resulting in a reduction of the eigenvector (deflection), can be put forward as a thesis. This thesis must first be confirmed by further investigations.

4 Zusammenfassung

Durch den durchgeführten einfachen Resonanztest konnte eine Veränderung der Antiresonanzfrequenz und damit indirekt der Systemdämpfung festgestellt werden.

Through the simple resonance test performed, a change in the anti-resonance frequency and thus indirectly the system damping could be detected.

²The frequency (range) with high mechanical resistance is called antiresonance. Characteristic for the antiresonance point is in the representation of the transfer function, the downward directed peak

5 Verzeichnis der Formelzeichen

c	$[mm/N]$	Federrate
D	$[-]$	Dämpfungsgrad, Lehrsches Dämpfungsmaß
δ	$[-]$	Dämpfungskonstante
$f_{d,anti}$	$[Hz]$	Antiresonanz
$ H_{aF} $	$[m/s^2/N]$	Übertragungsfunktion Beschleunigung zu Kraft
$ H_{xF} $	$[m/N]$	Übertragungsfunktion Auslenkung zu Kraft
m	$[kg]$	Masse
ω_0	$[1/s]$	Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung
ω_d	$[1/s]$	Eigenkreisfrequenz der geschwindigkeitsproportional gedämpften Schwingung
Φ_m	$[mm]$	Eigenvektor des Antwortpunktes (Auslenkung)
Φ_n	$[mm]$	Eigenvektor des Anregungspunktes (Auslenkung)

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Übertragungsfunktionen $|H_{xF}(f)|$ zwischen unbehandeltem und behandeltem Silikonpad.

7 Literatur und Quellen

1. PraxSchw Thomas Kuttner, Armin Rohnen, Praxis der Schwingungsmessung, Messtechnik und Schwingungsanalyse mit MATLAB®, 2. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019