

Produktionsbegleitende Schichtdickenmessung

Moderne Qualitätssicherung bei Haftvermittlerschichten

Die produktionsbegleitende Schichtdickenmessung von Haftvermittlern bei der Herstellung von Drehschwingungsdämpfern erfüllt die hohen Anforderungen der Automobilindustrie, wie der folgende Beitrag zeigt.

Die Winkelmann Gruppe mit Hauptsitz in Ahlen in Westfalen sowie Niederlassungen in Polen, der Türkei und in China erwirtschaftet mit fast viertausend Mitarbeitern einen Umsatz von über 500 Millionen Euro. Als Teil der Automotive-Sparte produziert die Winkelmann Powertrain Components GmbH & Co. KG Drehschwingungsdämpfer, die in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren zur Reduzierung von Radialschwingungen eingesetzt werden.

Diese Schwingungen entstehen durch die stoßweise Kraftübertragung vom Kolben auf die Kurbelwelle. Sie

erzeugen kurzzeitige Drehmomentspitzen, die zu Geräuscentwicklungen und Verschleiß im Getriebe führen. Außerdem belasten sie die Kurbelwelle, wodurch es zu Torsionsbrüchen kommen kann. Die Aufgabe von Drehschwingungsdämpfern ist es, diese Schwingungen zu unterdrücken. Sie bestehen aus einem Schwungrad und einer Nabe sowie einem dazwischenliegenden Gummielement.

Bei der Herstellung werden die mit Gummi in Kontakt tretenden Flächen von Schwungrad und Nabe speziell vorbehandelt. Danach werden diese Flächen mit einem Haftvermittler beschichtet. Durch den anschließenden Vulkanisierungsprozess wird eine dauerhafte Verbindung von Schwungrad, Gummierung und Nabe hergestellt.

Schichtdicke des Haftvermittlers als Qualitätsmerkmal

Die Schichtdicke des Haftvermittlers liegt typischerweise im Mikrometerbereich mit einem dementsprechenden Toleranzfenster. Bei Schichtdicken unterhalb des Toleranzfensters können Haftungsprobleme der Gummi-Metall-Verbindung auftreten, so dass die Funktionsfähigkeit des Drehschwingungsdämpfers nicht gewährleistet ist. Bei zu hohen Schichtdicken können unter mechanischer Belastung des Bauteils sogar Risse innerhalb der Haftvermittlerschicht auftreten. Die produktionsbegleitende Schichtdickenmessung ist also ein wesentliches Qualitätskriterium zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit von Drehschwingungsdämpfern. Bei funktionskritischen

Qualitätskenngrößen ist eine kritische Beurteilung des verwendeten Prüfmittels durchzuführen. Dazu wurde in der Automobilindustrie die Qualitätsfähigkeitskenngröße c_g eingeführt. Der c_g -Wert wird nach Bosch-Heft 10 gemäß folgender Formel berechnet:

$$c_g = \frac{0,2 \times T}{6 \times s_g}$$

mit der Toleranzbreite T (obere Toleranzgrenze minus untere Toleranzgrenze) und der Standardabweichung s_g (entspricht dem Fehler der Einzelmessung).

Suche nach geeignetem Messgerät

Nur Prüfmittel mit einem c_g -Wert von über 1,33 dürfen nach diesem Standard in der Qualitätssicherung eingesetzt werden. Bei einem Toleranzfenster von zehn Mikrometern und einem Fehler der Einzelmessung von 0,9 Mikrometern erreicht ein Messgerät zum Beispiel einen c_g -Wert von 0,37 und darf nicht in der Qualitätssicherung eingesetzt werden. Zur Prüfung von Schichtdicken bei Haftvermittlern wurden in der Vergangenheit Wirbelstrom- oder magnetinduktive Messgeräte eingesetzt. Diese weisen auf vorbehandelten und beschichteten Oberflächen typischerweise eine Standardabweichung von mehreren Mikrometern auf. Daraus ergeben sich bei Toleranzfenstern von zehn oder zwanzig Mikrometern c_g -Werte von deutlich unter 1,33. Diese Messgeräte sind also nicht für die Qualitätssicherung zugelassen.



© Winkelmann Powertrain

Typischer Drehschwingungsdämpfer von Winkelmann Powertrain

Verbesserungsvorschlag gab den Anstoß

Unter diesen Voraussetzungen suchten die Verantwortlichen bei Winkelmann nach einem geeigneten Messgerät. Harun Kelpetin, Wirtschaftsingenieur für operative Qualitätssicherung im Werk Ahlen: „Wir waren mit den Resultaten der herkömmlichen Schichtdickenmess-Methoden nicht zufrieden. Im Zuge des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses haben wir uns nach einer Alternative umgesehen. Ein Mitarbeiter machte den Verbesserungsvorschlag, den CoatMaster von Winterthur zu prüfen. Diesen Vorschlag haben wir umgesetzt.“

Seit Oktober 2014 setzt Winkelmann Powertrain dieses Gerät ein, das auf dem Verfahren der thermischen Schichtprüfung basiert. Eine integrierte Lichtquelle erwärmt die Oberfläche des Haftvermittlers für eine Dauer von wenigen Millisekunden um wenige Grad Celsius. Die Oberflächentemperatur wird über optische Elemente und einen Infrarotsensor ermittelt.

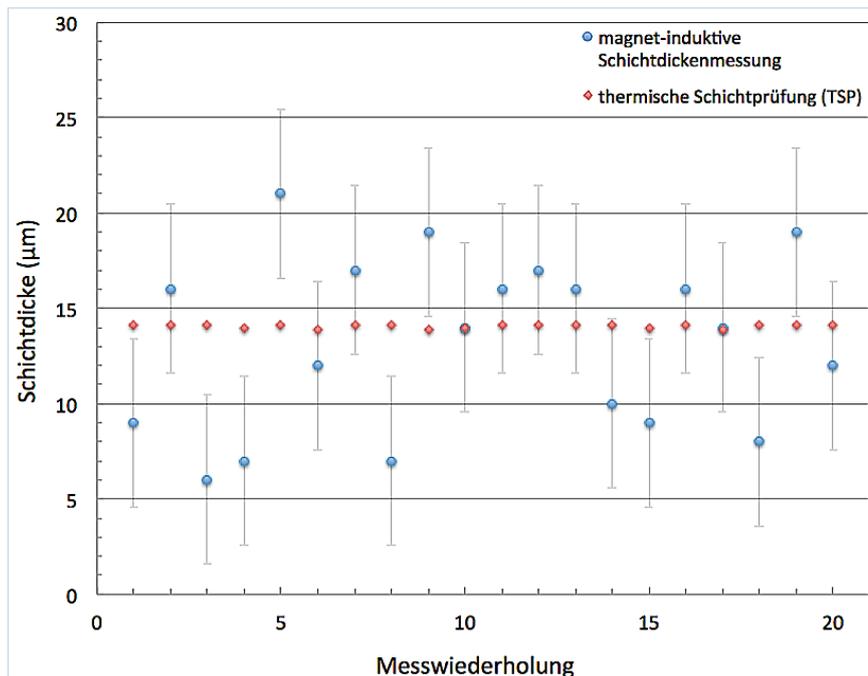
Die technischen Daten der verwendeten Lichtquelle sind vergleichbar mit fotografischen Blitzröhren und stellen kein Gefährdungspotenzial für Mensch



Schichtdicken-Messgerät für stichprobenartige Kontrollen. Auf den Dauereinsatz in der Linie zugeschnittene Geräte sind ebenfalls erhältlich.

und Umwelt dar. Auf den Einsatz von bedenklichen Quellen wie Laser-, Beta- oder Röntgenstrahlern wurde bewusst verzichtet. Pro Messvorgang werden im Schnitt 100 000 Temperaturmesswerte ausgewertet und daraus die Schichtdicke ermittelt.

Die Messung kann bei einer einstellbaren Messfläche von zwei bis fünfzig Millimetern aus einer Entfernung von bis zu einem Meter erfolgen. Der Fehler der Einzelmessung lässt sich auf deutlich unter ein Prozent senken, und es können Messwerte mit einer Frequenz von einem Hertz aufgenommen werden.



Vergleich der Schichtdickenmessung nach der klassischen magnetinduktiven Methode und der thermischen Schichtprüfung mit dem CoatMaster. Die Messungen wurden auf einem Schwungring innerhalb eines Messbereichs mit fünf Millimetern Durchmesser ermittelt.

Berührungslose Messung mit hoher Genauigkeit

Der CoatMaster misst berührungslos die Schichtdicken von Haftvermittlern bei einem Messfehler von 70 Nanometern (= 0,07 Mikrometer). Dies entspricht einem c_g -Wert von 4,5 und erfüllt damit die Anforderungen der Automobilindustrie. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Messgerät im Einsatz bei Winkelmann Powertrain einen wichtigen und qualitätsrelevanten Parameter erfasst – und das mit sehr hoher Genauigkeit. ■

Kontakt:

Winterthur Instruments, CH-Winterthur,
Tel. +41 (0) 52 212 02 77,
info@winterthurinstruments.ch,
www.winterthurinstruments.ch