

Prozessoptimierung bei der Stabilisatorenfertigung

von **Albert Book**

Fahrwerksstabilisatoren in Automobilen sind wohl wenig bekannte doch sehr entscheidende Bauteile. Sie tragen maßgeblich zur Fahrsicherheit bei. Über Jahre haben sich die Stabilisatoren selbst kaum verändert. Der folgende Bericht erläutert am Beispiel der Optimierung der Fertigung von Stabilisatoren, wie durch den Einsatz moderner Sensorik und unter Nutzung der heutigen technischen Möglichkeiten die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit von Produktionsprozessen verbessert und damit letztendlich die Konstanz in der Qualität der Erzeugnisse sichergestellt werden konnte.

Funktion des Stabilisators

Ein Stabilisator ist ein mehrfach gebogenes Metallrohr des Fahrwerks eines jeden Automobils. Er verbindet die Radaufhängung der beiden Räder einer Achse miteinander sowie mit der Karosserie. Die Aufgabe dieses Federelementes ist es, bei Kurvenfahrten, auf Schrägen oder Unebenheiten ein ungleichmäßiges Aufschaukeln und Wanken der beiden gegenüberliegenden Räder zu verhindern und die Bewegung an das gesamte Fahrwerk weiter zu leiten. Ohne den Stabilisator würde ein Auto in der Kurve umkippen. Er trägt damit ganz entscheidend zur Fahrsicherheit und zum Fahrkomfort bei (**Bild 1**).



Bild 1 Fahrwerksstabilisator eines Automobils

Produktionsprozess von Stabilisatoren

Stabilisatoren selbst sind seit Jahrzehnten nahezu unverändert. Nachdem das Rohr durch diverse Biegeprozesse in die Grundform gebracht wurde, werden die Enden für die wärmetechnische Bearbeitung per Roboter zur Aufheizung in eine Induktionsspule geführt. Anschließend erfolgt in schnell aufeinanderfolgenden Produktionsschritten das Plätten, Abschrotten und Einbringen des Loches.



Bild 2 Präzise Ausrichtung des Messflecks auf dem Stabilisator in der Induktionsspule

Innerhalb weniger Sekunden werden die Enden für die wärmetechnische Bearbeitung auf ca. 950 °C erhitzt. Entscheidend für die nachfolgenden Produktionsschritte ist die Erreichung der definierten Zieltemperatur und die schnelle Verarbeitung, um die Reproduzierbarkeit des Fertigungsprozesses und damit konstante Materialeigenschaften sicherstellen zu können.

Die Kontrolle der Temperatur erfolgt mittels des optischen Temperaturmessverfahrens. Dazu erfasst das Pyrometer aus ca. 200 mm Abstand und innerhalb von Millisekunden die Wärmestrahlung des Rohres. Die Messung erfolgt direkt während des Aufheizens durch die Windung der Induktionsspule hindurch, um eine hohe Taktrate zu erzielen (**Bild 2**). Da der Zwischenraum der Windungen nur wenige Millimeter beträgt, ist für die Messung ein Gerät mit einer parallaxefreien Optik sowie mit einer hohen optischen Auflösung und einer präzisen Abbildung des Messflecks notwendig. Das schafft die Voraussetzung für die exakte Ausrichtung und Fokussierung des Sensors. Zur Kontrolle der Ausrichtung ist zwingend ein Pilotlicht erforderlich, das den Messfleck in der korrekten Größe und Position kennzeichnet. Vorteilhaft ist ein grünes LED-Licht, so dass der Messfleck auf dem rot glühenden Objekt gut und scharf sichtbar ist.

Optimierung des Produktionsprozesses

Vielfach wurden bislang zur Messung Spektral- bzw. Einkanalpyrometer eingesetzt, die bei einer Wellenlänge die Infrarotstrahlung erfassen und daraus die Temperatur bestimmen. Diese Geräte müssen zwingend exakt auf den Zwischenraum der Windungen ausgerichtet und im richtigen Fokusabstand ein-

gesetzt werden. Schon bei kleinen Abweichungen besteht die Gefahr, dass sich im Messfeld auch Teile der kalten Spule befinden. Dies führt unmittelbar zu einer Minderanzeige der Temperatur und damit zu einer Überhitzung der Rohrenden. Auch produktionsbedingte Dämpfe im Sichtfeld des Pyrometers oder Ablagerungen auf der Linse des Gerätes führen ebenfalls zu einer Signalschwächung und wirken sich unmittelbar auf den Messwert aus. Beispielsweise würde ein Spektral-Pyrometer bei einer Objekttemperatur von 950 °C bei einer Signalminderung von 10 % bereits einen Messfehler von ca. 20 °C zur Folge haben.

Um die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit des Produktionsprozesses zu erhöhen, wurden moderne Infrarot-Thermometern eingesetzt, die nach dem Quotienten-Messverfahren arbeiten (**Bild 3**). Quotienten-Pyrometer messen die Strahlung bei zwei Wellenlängen. Aus dem Quotient der beiden Strahlungsintensitäten wird die Objekttemperatur ermittelt.

Der große Vorteil dieses Messverfahren liegt darin, dass Störeinflüsse wie Dampf, Staub oder eine Verschmutzung der Linse einen deutlich geringeren Einfluss auf das Messergebnis haben. Auch bei einer Signalschwächung durch eine unpräzise Ausrichtung des Gerätes oder beim Betrieb außerhalb des definierten Messabstandes reagiert ein Quotienten-Pyrometer im Gegensatz zu einem Spektral-Pyrometer deutlich unempfindlicher. Das Quotientenverfahren liefert selbst bei einem Schwächungsgrad der Infrarotstrahlung von 90 % noch einen sicheren Messwert. Um darüber hinaus die Sicherheit der Messung zu erhöhen, verfügen moderne Quotienten-Pyrometer über eine Funktion zur permanenten Überwachung der Signalstärke. Wenn diese einen kritischen Wert erreicht, wird eine Warnmeldung generiert. Sollte die Strahlungsenergie derart stark geschwächt werden, dass keine zuverlässige Temperaturermittlung mehr möglich ist, schaltet das Gerät ab.

Da es sich bei der pyrometrischen Temperaturmessung um ein optisches Messverfahren handelt, haben die Oberfläche und



Bild 3 Modernes Quotienten-Pyrometer mit LED-Pilotlicht und IO-Link Schnittstelle

das Material des Messobjektes einen unmittelbaren Einfluss auf die Strahlungseigenschaft und damit auf die gemessene Temperatur. Daher ist bei der Inbetriebnahme eines Spektral-Pyrometers der Emissionsgrad des Messobjektes einzustellen. Hierbei ergibt sich immer wieder die Frage nach dem korrekten Emissionsgrad unter den gegebenen Messbedingungen. Wenn möglich wird dieser durch eine Vergleichsmessung mittels eines Kontaktthermometers ermittelt. Spektral-Pyrometer reagieren unmittelbar mit einer Fehlanzeige, wenn der Emissionsgrad nicht korrekt eingestellt ist oder von Rohr zu Rohr schwankt. Der Algorithmus der Quotientenmessung hat den Vorteil, dass der Einfluss des Emissionsgrades bis zu einem gewissen Grad kompensieren wird. Daher ist bei Verwendung von Quotienten-Pyrometern zur Messung des metallischen Rohres in der Induktionsspule keine Korrektur notwendig.

Anbindung der Sensoren in die Anlagensteuerung

Für die Anbindung der Sensoren setzt sich inzwischen mehr und mehr die digitale Schnittstelle durch. Neben der höheren Störsicherheit besteht der weitere Vorteil darin, dass sich parallel zum Messsignal weitere Messgrößen, Störinformationen oder Diagnosedaten übertragen und auswerten lassen. Die Parametrierung der Geräte erfolgt zentralisiert über die Steuerung, so dass bei einem etwaigen Tausch eine Fehleinstellung der Parameter ausgeschlossen und sogar ein falscher Sensor sofort erkannt wird.

Mit der vor einigen Jahren eingeführten neuen IO-Link-Schnittstellentechnologie findet momentan im Bereich der digitalen Kommunikation ein Generationswechsel statt. Mit IO-Link wurde ein nach der IEC 61131-9 standardisiertes, herstellerunab-

hängiges und feldbusübergreifendes Kommunikationskonzept entwickelt. Geräte mit IO-Link-Schnittstelle können mittels genormter IODD-Treiber in allen gängigen Feldbussteuerungen wie Profibus, Profinet, Ethernet, Modbus, EtherCAT oder CAN-Bus zur Prozessautomation betrieben werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil von IO-Link ist die sehr einfache, schnelle, betriebssichere und kostengünstige Verdrahtung per standardisierten Kabeln und Schraubverbindungen.

Fazit

Durch den Einsatz moderner Sensoren lassen sich - wie das obige Beispiel der Produktion von Fahrwerksstabilisatoren zeigt - die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit von Produktionsprozessen verbessern, um letztendlich eine konstant hohe Qualität der Fertigteile gewährleisten zu können. Die störsichere digitale Schnittstelle zur Anbindung an die Maschinensteuerung trägt bei Auswertung weiterer Messgrößen und Diagnosedaten zur Sicherheit des Produktionsprozesses bei. Im Rahmen der Umsetzung der Industrie 4.0 lässt sich heutzutage damit ein intelligentes Service-Management realisieren.



Autor

Dipl.-Ing. Albert Book
KELLER HCW GmbH
Infrared Temperature Solutions (ITS)
Tel. +49 5451 85320
albert.book@keller.de
www.keller.de/its