

Entwicklung eines Systems zur Überwachung von Radscheiben für den Fall auftretender Verdrehung am Beispiel der Baureihe 145

Thomas FLEISCHER *, Ron BUCHHOLZ *, Steffen BOBSIEN **, Dirk THEIßIG **,
* IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden;
** DB Schenker Rail AG, Mainz

Kurzfassung

An einigen Fahrzeugen der Baureihe 145 kam es im Betrieb zu Verdrehungen zwischen der Radnabe und der Radsatzwelle, die im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten festgestellt wurden. Infolge dessen wurde u.a. eine Anordnung des Eisenbahn-Bundesamtes erlassen, welche die Durchführung von Sichtprüfungen in kurzen, regelmäßigen Intervallen fordert, die jedoch hohe Mehrkosten bedeuten. Zur Reduzierung der Kosten wurde ein Vorhaben mit dem Ziel der Entwicklung und Erprobung eines Detektiersystems zur Radscheibenüberwachung gestartet. Auf Basis eines festzulegenden physikalischen Wirkprinzips war eine mögliche Verdrehung zwischen Radsatzwelle und aufgeschrumpfter Radnabe durch einen Sensor zu detektieren. Die Information, ob eine Verdrehung stattgefunden hat, war über eine berührungslose Kommunikation vom Sensor an den Prüfer zu übermitteln. Der Prüfer sollte dabei neben der Lok stehend die erforderlichen Informationen erhalten. Die Sensoren waren so auszulegen, dass keinerlei Wartungsarbeiten erforderlich sind.

Die IMA Dresden hat auf Basis dieser Anforderungen ein System zur Detektion möglicher Radscheibenverdrehungen entwickelt. Das System arbeitet auf Grundlage eines im Sensor integrierten passiven RFID Chipsystems mittels akustischer Oberflächenwellen (SAW Surface Acoustic Wave). Als Detektor dient eine mit dem RFID-Chip verbundene Leiterkarte, deren integrierte Leiterbahn in Funktion eines Reißdrahtes den Zustand eines Radsatzes dahingehend überwacht, ob eine Verdrehung zwischen der Radsatzwelle und der Radnabe stattgefunden hat. Das heißt, bei einer Verdrehung reißt der Reißdraht und der RFID-Chip erhält die entsprechende Information.

Über ein externes Handlesegerät kann der Sensor per Funk angesteuert werden. Im Rahmen umfangreicher Labortests wurden die Funktionsfähigkeit des Systems, die Beständigkeit gegenüber unterschiedlichen mechanischen Beanspruchungen sowie der Ausschluss eines Einflusses durch elektromagnetische Felder nachgewiesen. Das System ist serienreif und kann auch für weitere Baureihen eingesetzt werden.



Entwicklung eines Systems zur Überwachung von Radscheiben für den Fall auftretender Verdrehung am Beispiel der BR145

Problemstellung

Bombardier BR 145

Radsatzlagergehge
Rad
Verdrehschraube

mögliche Verdrehung der Radscheibe auf der Radsatzwelle
Anweisung des EBA: Sichtkontrolle zwischen Radsatzlger und Rad in zeitlich sehr engen Abständen

Aufgabenstellung

- Entwicklung/Realisierung eines Systems zur Feststellung mögl. Verdrehungen zw. Radscheibe und Welle um zeitaufwändige u. anstrengende Sichtprüfung zu vermeiden
- Unempfindlich gegenüber Wetter (Kälte, Hitze, Feuchtigkeit) und Verschmutzung
- Unter Beachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit
- Wartungsfrei
- Kostengünstig

Radsatzlger
Korbhogen der Radwelle
Radnabe
Radscheibe

Lösungskonzept

Entscheidung für Reifdrhtsystem

- relativ geringerer Aufwand
- schnell umsetzbar
- kostengünstiger

eventuelle Relativbewegung zwischen Radscheibe und Radsatzwelle

Reifdrht
Solbruchstelle
Chip im Gehäuse
Radsatzlagergehuse
Radnabe
Welle
Reifdrht

Anforderung
Identifikation Rad
Reifdrht intakt oder gerissen

Handlesegerät

Komponenten:

- Flexible Leiterkarte mit integrierter Leiterbahn (Reifdrht)
- Funkchip mit Antenne und Verbindungstechnik in einem Gehäuse
- Handlesegerät
- Handlesegerät (Reader) generiert Funksignal
- Empfang von Antenne der Chip Einheit (TAG)
- Chip erfährt elektr. Erregung aus dem elektromagnetischen Feld des Signals

Prinzip:

Entwicklungsziel

- Passives RFID-Chipsystem zur Feststellung der Radscheibenverdrehung
- Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen
- zwei Chipseinheiten je Rad (insgesamt 16 je Lok) bestehend aus
 - Chip mit Antenne in einem Kunststoff-Sekundrgehuse
 - geschmierter Reifdrht mit integrierter Solbruchstelle
 - und einem Handlesegerät je Lok

Test Leiterkarte mit Reifdrht

- Entwicklung eines Prüfstandes für Funktions tests des Reifdrhtes in Verbindung mit Korbberung → Test: 1,2 mm Verdrehung reichen aus → Auslösen der Fehlermeldung

Verdrehung: 28°
Korbhogen Radius 20
Kugelflchigkeit
Radscheibenanagement
Wlzlger
Radsatzwelle

- Treihren Korbberung und Reifverhalten am Prüfstand
- 2-Komponenten-Kunststoffkleber - beste Eigenschaften (Schlagfest, Temp. -55°C - 90°C), Nachtteil 24h Aushärtung
- Applikation im Korbhogenradius grundsätzlich auch auf Lack möglich Voraussetzung:
 - konstant und homogen aufgetragene Lackschicht an den Lokomotiven
 - Ziel Beschleunigter Installationsprozess, Verhinderung von Korrosion im Korbhogenbereich
- gutes Reifverhalten:
 - 1,5-2,5mm (Bogenmaß) relative Verdrehung der Radscheibe
 - dann max. Signalhub erreicht (Reifdrht gerissen)
 - Visuelle Kontrolle: Einriss der Klebung im Solbruchstellenbereich der Leiterkarte deutlich sichtbar

Applikation in Teststandort

Entwicklung Handlesegerät u. Software

Handlesegerät

Arbeitsbereich

Bitte wählen Sie sich ein

Handhelder für Zuleiter

- Entwicklung eines Handlesegertes (Handreader)
- vergleichbar den Anwendungen in der RFID-Technik
- analoges Sende- und Empfangsteil mit Antenne
- digitaler Teil mit Prozessor zur internen Datenverarbeitung und zur Kommunikation mit externer Hardware über Schnittstellen (Betriebssystem Windows 7)
- Zur Digitalisierung des Zustandes gesamtener Sensoren → Software RDS 01 entwickelt
- softwareinterne Verrechnung der analogen Signale
- Speicherung jeder Messung

Standschichten:

- intakt
- gerissen
- kein Signal/offen

Entwicklung Leiterkarte mit Reifdrht

Leiterkartendesign (Serie), schematische Darstellung der mnderfrmigen Reifdrhtgeometrie

- zweilagig (Reifdrht und Schirmung auf der Unterseite)
- Trägermaterial Rogers, schützendes Coverlay auf der Unterseite
- Gesamtstärke der Leiterkarte: ca. 0,600mm

Reifdrht in flexibler Folie

Solbruchstelle

Relativbewegung zw. Welle u. Nabe

Betriebsicherheit der Sensoren

- Rauschfrmige Schwingen und Schocken nach DIN EN 61373
- 2 Sensoren auf eine Alu-Platte geklebt und mit dem Shaker starr verbunden
- Simulierte Lebensdauerprüfung in x-, y- und z-Richtung
 - Anregung: Belastung nach DIN EN 60068-2-64
 - Frequenz: 10Hz bis 500Hz
 - Prfschrfe: Kategorie 3, am Radsatz angebaut
- Schockprüfung:
 - Schockform: Halbsinus nach DIN EN 60068-2-27
 - Prfschrfe: Kategorie 3, am Radsatz angebaut
 - Spitzenbeschleunigung 1000m/s²

Simulierte Lebensdauerprüfung x-, y-, z-Richtung
Schockprüfung (Halbsinus) x-, y-, z-Richtung
Simulierte Lebensdauerprüfung y-Richtung

Applikation an den Radsätzen

- Applikation der Sensoren zunächst an einen separaten Radsatz getestet später an der Lok
- Vorbereitung der Applikationsstellen:
 - Dremmelwerkzeug mit Fcherschleifer
 - ggf. Nachbehandlung der Klebefläche mit Schleifpapier feiner Körnung
 - Schleifkörper garantieren Rauheitsvorgaben von Ra ≤ 0,5µm
 - Säubern und Entfetten der gesamten Klebefläche am Radsatz

- completische Ultraschall-Prüfung an einem Radsatz mit installierten Sensoren
- Nachweis, dass installierte Sensoren keinen Einfluss auf die Rosprfung am Radsatz mittels Ultraschallprüfung haben

Applikation an den Radsätzen

- Klebung der Sensoren:
 - Positionierung der Lokomotive für Applikation an den Radsätzen
 - 2 Sensoren pro Rad, ideal im Abstand von 180° (16 Sensoren pro Lok)
 - Entfernung Klebmittelreste
 - Sichtprüfung
 - Aushrzeit: 24h

Funktionskontrolle der Sensoren:

- Jeder applizierte Sensor wird einzeln mittels des Handlesegertes auf seine Einsatzbereitschaft geprüft

Zusammenfassung

- Detektion nicht zulässiger Verdrehung zwischen Rad und Radsatzwelle
- Sensor → Reifdrht → Ident (Kennung des Sensors)
- System entwickelt - Funktionalität nachgewiesen
- Erfolgreiche Tests der Komponenten des Systems unter Laborbedingungen
- Erfolgreiche Installation und Betrieb des Systems an 25 Loks der Baureihe 145
- Das System konnte bisher eine Radscheibenverdrehung detektieren
- Anwendbar auch für andere Loks der Bombardier TRAXX-Baureihen
- bertragung des Wirkprinzips auf andere Loks mit möglicherweise ähnlichen Problemstellungen (Verdrehung oder Verschiebung der Radscheibe auf der Radsatzwelle) möglich

Vorteile:

- Einfache Montage am Radsatz
- Keine Stromversorgung am Sensor erforderlich (passiver Sensor)
- Wartungsfrei
- Berührungsloses Auslesen des Sensors

Weitere Anwendung der SAW-Technologie

Technische Daten

- Überwachung von Schienen bzgl. nicht zulässiger Verformung

Messgrößen:

- Dehnung
- Temperatur
- Ident (Kennung des Sensors)

Sensor:

- Einfache Montage am Schienensystem
- Keine Stromversorgung am Sensor erforderlich (passiver Sensor)
- Wartungsfrei

Lesegerät:

- Sendeleistung mehrere Meter
- Berührungsloses Auslesen des Sensors
- Auslesen kann manuell oder während des Betriebes durch Installation eines Lesegerätes an einem Fahrzeug erfolgen

Handlesegerät

ANSCHLUSS: 24VDC (passiv)
KABELLÄNGE: 10m
TEMPERATUR: -40°C bis +85°C