

Überwachung von Gesenken und Lagern in Schmiedepressen



Die allgegenwärtige Diskussion um die Digitalisierung von Produktionssystemen und -prozessen hat auch die Schmiedeindustrie erreicht. Durch verfahrensspezifische Merkmale, wie unter anderem Erschütterungen, widrige Umgebungseinflüsse und ein hoher Anteil an manuellen Tätigkeiten, stießen bisherige Ansätze oft an ihre Grenzen. Ein höherer Automatisierungsgrad, jüngste Fortschritte in der Sensortechnologie, höhere Rechenleistung und neue Methoden zur Datenanalyse eröffnen neue Optionen für die Überwachung von Schmiedemaschinen.

AUTOREN



Ing. Martin Podešva

ist Technical Sales Manager der 4dot Mechatronic Systems s.r.o. in Brno-Medlánky (Tschechische Republik)



Jürgen Boden

ist Mitinhaber und zuständig für den Vertrieb bei der BK Form Tech GmbH & Co. KG in Weingarten

Die Überprüfung des technischen Zustands und Einstellarbeiten an Schmiedepressen sind zeitaufwendig. Zahlreiche Maschinenparameter, wie zum Beispiel das Stößelführungsspiel und der Zustand von Tisch- und Stößeloberflächen sowie die Oberflächen der Gesenkhalter können nur während eines kompletten Maschinenstillstands überprüft werden. Unkenntnis dieser Parameter führt unter Umständen zu Qualitätseinbußen der Schmiedestücke oder zu größeren Schäden an Maschine und Gesenkhalter durch anfänglich kleine Abweichungen. Dies kann durch eine Echtzeitüberwachung vermieden werden. Zur Überwachung können entsprechende Sensoren eingesetzt werden. Gab es solche Installationen auch schon in der jüngeren Vergangenheit, so kommt der Übermittlung, Speicherung und vor allem der Analyse der dabei entstehenden Datenmengen die größere Rolle zu.

SYSTEMBESCHREIBUNG

Die Sensoren des hier vorgestellten 4dot-Monitoring-Systems werden an den Oberflächen des Stößels und des Gesenkhalters eingebaut. Am Stößel werden zwei Dreiachs-Beschleunigungssensoren integriert. Diese werden an der imaginären Raum-Diagonale des Stößels angebracht und überwachen sowohl die Bewegung in der horizontalen Ebene als auch Kipp-Bewegungen des Stößels, wie sie durch außermittige Kräfte beim Schmieden verursacht werden. In der oberen und unteren Gesenkhalterhälfte ist jeweils ein weiterer Dreiachs-Beschleunigungssensor in Aussparungen eingefügt (Bild 1). Auf der Unterseite des Gesenkhalters ist mittig in Nähe der Auswerferbohrungen ein Dehnungsmessstreifen in Verbindung mit einem Temperatursensor montiert, um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Dort sind die auftretenden Biegemomente am höchsten.

Die erforderliche mechanische Bearbeitung des Gesenkhalters wird so ausgeführt, dass möglichst keine Verringerung der Stabilität und möglichst wenig Auswirkung auf die Dauerfestigkeit zu erwarten sind. Die Nuten werden mit Isoliermaterial und Abdeckungen verschlossen, um die Sensoren zu kapseln. Mitte 2019 waren die Optimierungszyklen abgeschlossen. Seitdem sind die eigens für den Einsatzzweck entwickelten Sensoren im mehrschichtigen Einsatz. Im Falle eines Defekts können diese ohne Kalibrierung ausgetauscht werden, was insbesondere für die leicht zugänglichen Beschleunigungssensoren sehr einfach möglich ist.

VERARBEITUNG AUFGZEICHNETER DATEN

Das System überwacht verschiedene Maschinenparameter. Die Methodik lässt sich anhand der Überwachung des Stößelführungsspiels und der korrekten Montage des Gesenkhalters erläutern: Die Sensoren erfassen die Vibrationen während des gesamten Pressenhubes. Basierend auf der Pressenkinematik werden die Daten an vorher definierten Punkten des Pressenhubes analysiert und auf Auffälligkeiten untersucht. Ein solcher Punkt ist beispielsweise das Eintauchen der Führungen des Gesenkhalters. Nicht korrekt eingestellte Führungsleisten am Stößel oder ein nicht korrekt eingebauter Gesenkhalter führen zu Versatz und Stößelkippung, was den gemessenen Mittelwert der Vibrationen erhöht. Gleichzeitig wird dieser Wert mit Daten anderer Sensoren verglichen, um Rückschlüsse auf mögliche Ursachen ziehen zu können. Der Trend der gemessenen Werte wird überwacht, um Veränderungen im Betrieb der Maschine aufzudecken und dem Bedien- beziehungsweise dem Instandhaltungspersonal zu melden. Das Prinzip der Überwachung des Stößel-Führungsspiels ist in Bild 2 dargestellt.

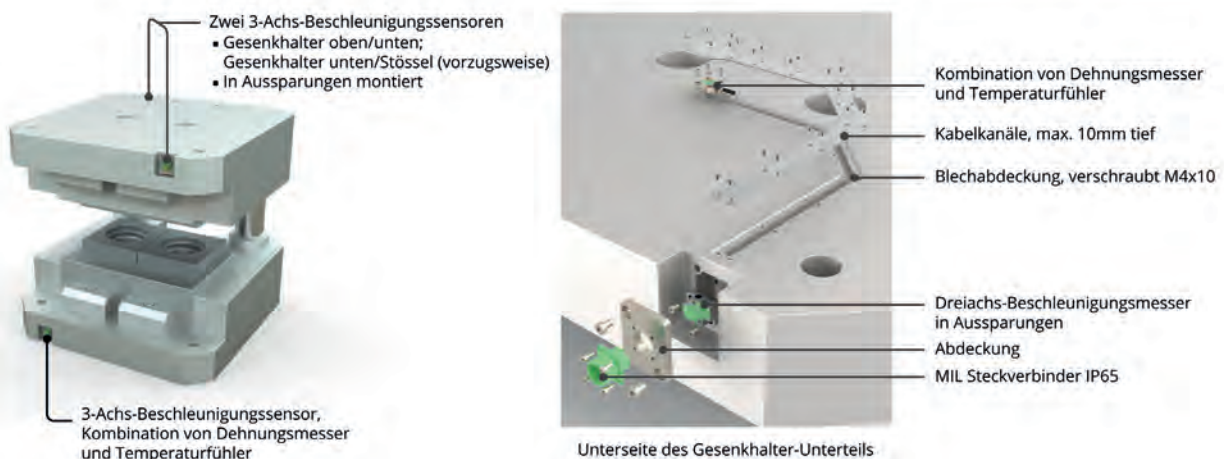


Bild 1: Sensoren im Gesenkhalter. Die Sensoren sind so gestaltet, dass sie den rauen Umgebungsbedingungen standhalten

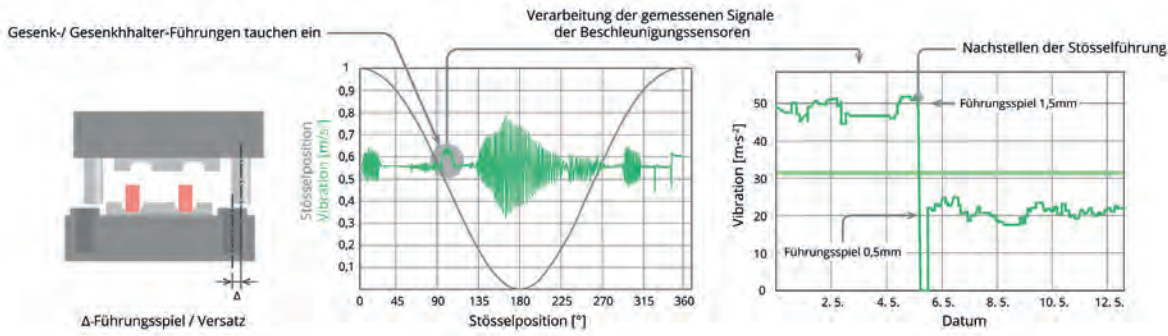


Bild 2: Prinzip der Datenanalyse bei der Überwachung der Stoßelführungen.

Ein breites Frequenzspektrum des Mess- und Überwachungssystems erlaubt ebenfalls die Überwachung von Prozessen mit zeitkritischeren Abläufen, wie sie beispielsweise bei Schmiedehämmern, Spindelpressen oder schnelllaufenden Horizontalschmiedepressen auftreten. Folgende Maschinenparameter werden überwacht:

- Stoßel-Führungsspiel
- Kippbewegungen des Stoßels und damit des Gesenks beim Schmieden
- korrektes Spannen des Werkzeughalters
- Schmiedekraft zur Überwachung des Schmiedevorgangs und zum Schutz der Maschine vor Überlastung

Folgende Probleme können dabei in Echtzeit erkannt werden:

- ein über die zulässige Toleranz hinausgehendes Stoßel-Führungsspiel
- fehlerhafte Gesenk-(halter-)spannung
- Rissbildung im Gesenkhalter
- durch Verschleiß entstehende Unebenheiten der Oberflächen im Kraftfluss

Die qualitative Veränderung dieser Parameter wird auf der Bedieneroberfläche der Presse sowie in einer Web-Applikation dargestellt.

ÜBERWACHUNG DES GESENKHALTERS

Die Überwachung einer plastischen Verformung des Pressentischs beziehungsweise der Schonplatten in Zusammenhang mit einer Biegung im Gesenkhalter erlaubt die Überwachung des Zustands des Gesenkhalters und eine Versagensprognose. Durch Verschleiß entstehende Hohlräume zwischen Tisch- und Gesenkhalteroberflächen verändern die Dehnung im Gesenkhalter, dessen Konstruktion jedoch nicht für die dadurch auftretenden Spannungen und deren Zyklen ausgelegt ist. Defekte und in logischer Konsequenz ein Versagen des Gesenkhalters sind die Folge, wenn die Oberflächen nicht

rechtzeitig nachgearbeitet werden. Anderenfalls ist an Orten hoher Spannungskonzentration, beispielsweise an Aussparungen für Auswerfer oder an Auswerferbrücken, mit Rissbildung und Brüchen zu rechnen.

Ein Beispiel für die Überwachung eines Gesenkhalters in einer 3.150t-Schmiedepresse mittels des beschriebenen Systems ist in Bild 3 dargestellt. Nachdem das System ein verändertes Verhalten des Gesenkhalters anzeigte, wurde dieser ausgebaut und einer Sichtprüfung unterzogen. Hierbei wurde ein Riss in einer Ecke einer Auswerferaussparung gefunden. Dieser wurde verschliffen, gleichzeitig wurde die Tischoberfläche nachgearbeitet. Mit diesen Maßnahmen konnte die Lebensdauer des Gesenkhalters verlängert werden.

Die Daten aus dem Monitoring-System können sowohl für die vorbeugende Wartung als auch für die Neukonstruktion und Verbesserung des Gesenkhalters verwendet werden.



Bild 3: Inspektion eines defekten Gesenkhalters: Risse entstehen üblicherweise an Aussparungen für Auswerfer oder Auswerferbrücken (A); Rissanzeige durch Sicht- und Farbeindringprüfung (B); verschliffener Riss (C)

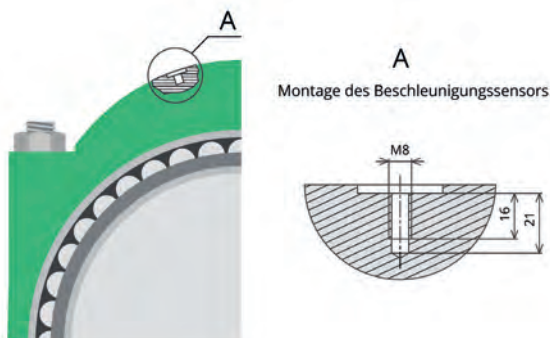


Bild 4: Beschleunigungssensoren sind im Gehäuse des Lagers montiert (links), Einachs-Beschleunigungssensoren, geeignet für die Anwendung in Schmiedepressen (rechts)

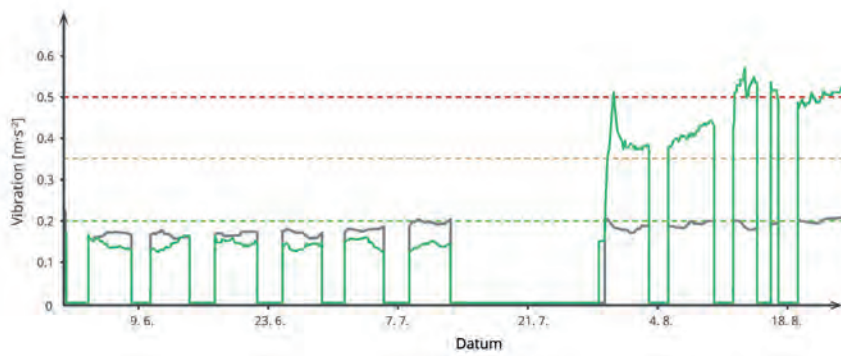


Bild 5: Lagerüberwachung mit MUSA (grün) im Vergleich zu einer Hüllkurven-Analyse (grau) – Grenzwertmarkierungen: grün = guter Zustand, orange = erhöhte Aufmerksamkeit erforderlich, rot = hohes Ausfallrisiko
Bilder: Autoren

ÜBERWACHUNG DES PRESSENANTRIEBS

Ein untrennbarer Bestandteil eines Condition Monitoring einer mechanischen Presse ist die Überwachung des Antriebsstrangs. Die Überwachung des Motors ist bereits seit vielen Jahren Bestandteil des elektrischen Teils der Presse. Die gängigen Analysen schließen Überstrom, Phasenüberwachung und Temperatur ein. Eine Langzeitprognose lässt sich daraus jedoch nicht ableiten. Sofern ein Untersetzungsgetriebe in Form eines Planetengetriebes verbaut ist, bieten dessen Hersteller bereits das Monitoring in der Pressensteuerung an. Da erst mit der flächendeckenden Einführung von Servopressen das Schwungrad sowie die Kupplungs-Bremskombination in der bekannten Form entfallen werden, kommt der Überwachung dieser verschleißbehafteten Teile eine hohe Bedeutung zu – vor allem in älteren Pressen. Die vollständige Beschreibung dieser Herausforderung würde den Rahmen in diesem Beitrag jedoch sprengen. Nachfolgend wird daher lediglich auf die Überwachung wichtiger Lagerstellen eingegangen.

Das Versagen eines Lagers führt oft zu ungeplanten und damit teuren Stillstandszeiten. Ein Problem kündigt sich häufig durch ein deutlich hörbares Geräusch an. Eine andere häufig praktizierte – aber ebenso wirkungslose – Methode ist das Überwachen der Lagertemperatur oder des Schmierstoffs. Beide Methoden sind – bedingt durch die Trägheit des Systems – nicht geeignet, rechtzeitig wirkungsvolle Gegenmaßnahmen zu treffen. Häufig wird ein Anstieg der Temperatur oder die Detektion von Spänen erst registriert, wenn der Lagerschaden bereits unumkehrbar ist und aufwendige Reparaturen, verbunden mit oft langen Lieferzeiten von Sonderlagern und Sondermaterialien, eingeleitet werden müssen.

Aus diesen Gründen ist die Überwachung der Lager durch Analyse der auftretenden Schwingungen wesentlich zielführender. Die Beschleunigungssensoren sind direkt an den Lagerschalen angebracht, übliche Methoden der Schwingungsanalyse können jedoch nicht angewendet werden. Folgende Gründe sprechen dagegen:

- vergleichsweise langsam umlaufende Wellen
- Signalverfälschung durch Betätigung von Kupplung-Bremse oder Impulse beim Umformvorgang sowie daraus in anderen Bauteilen hervorgerufene erzwungene Schwingungen an der Presse
- von außen auf die Presse übertragene Schwingungen, zum Beispiel von benachbarten Aggregaten

Durch das zum Patent angemeldete System MUSA (Multiple Sensor Algorithm) werden Signale von mehreren Sensoren gleichzeitig ausgewertet. Dies führt zu einer besseren Aus-

filterung von Fremdsignalen und damit zu einer zuverlässigeren Überwachung der Lager. Bild 5 zeigt einen Vergleich bei der Signalverarbeitung zwischen einer hüllkurvenbasierten Überwachung und einer Auswertung mit MUSA-Algorithmen. Die Daten stammen von einer Schmiedepresse Šmeral LMZ 2500 bei MSV Metal Studenka in der Tschechischen Republik.

Mit der MUSA-Analyse wurde eine signifikante Erhöhung des Niveaus der Vibrationen detektiert (grüne Kurve). Im Gegensatz dazu konnte dieser Anstieg mithilfe einer Hüllkurve (graue Kurve) nicht eindeutig detektiert werden. Nach einer genaueren Analyse durch die Experten wurde das Lager untersucht und eine fehlerhafte Schmierung als Ursache identifiziert. Der Fehler im Schmieresystem wurde beseitigt und das Lager vorsorglich getauscht.

FAZIT

Der Einsatz von speziellen Sensoren und Algorithmen für die Datenanalyse bewirkte bereits positive Effekte in der Zustandsüberwachung und der vorausschauenden Instandhaltung (Predictive Maintenance). Der Fokus der weiteren Entwicklung liegt auf der Erweiterung der überwachten Komponenten sowie auf einer herstellerunabhängigen Nachrüstung von Schmiedemaschinen beim Anwender, des Weiteren auf einer zuverlässigen Auswertung und Integration in eine heterogene Umgebung für das Plant Asset Management.



4dot Mechatronik Systems s.r.o.
Purkyňova 649/127,
612 00 Brno-Medlánky
Tschechische Republik
Telefon: +420 511 205 385
E-Mail: info@4dot.cz
Internet: www.4dot.cz

BK Formtech GmbH & Co. KG
Bruchweg 2
59602 Rülthen
Telefon: +49 2952 902093
+49 751 56048620
E-Mail: info@bk-formtech.de
Internet: www.bk-formtech.de