

Vorbeugend instandhalten mit Schwingungsanalyse

Bearbeitungszentren stehen durch vermutete Schäden an den Hauptspindeln mitunter berechtigt, häufig aber unnötig still. Dies vermeidet künftig die zuverlässige Diagnose mit Hilfe einer Schwingungsanalyse. Die SW GmbH, Waldmössingen, hat dafür zusammen mit der db Prüftechnik AG, Ismaning, ein werkstathtaugliches, einfach auszuwertendes Messverfahren verwirklicht.

ERIK PFEIFFER UND
JOHANNES ZUCKSCHWERDT

► Die Funktion der Hauptspindeln auf Bearbeitungszentren beeinflusst wesentlich die Qualität der Bearbeitung. Bisher gab es allerdings nur wenige messbare Informationen über den Zustand der Spindelkomponenten nach der Montage. So kann man den Rundlauf und das Lagerpiel quasi statisch messen. Das dynamische Verhalten der Spindel lässt sich damit aber nicht beurteilen.

Für eine umfassende, durchgängige Qualitätssicherung ist dies unbefriedigend. Insbesondere solche Betreiber, die in großen Serien zwei- und dreischichtig fertigen, unter anderem die Automobilhersteller und deren Zulieferer, benötigen zuverlässige Fertigungseinrichtungen, deren Qualität sie kennen und fortlaufend überwachen können. Zum einen sichern sie so die Qualität der gefertigten Produkte bei minimalem Aufwand. Sind die



1 Rasche Erkenntnis: Innerhalb weniger Minuten lassen sich mit dem handlichen, transportablen Messgerät die Schwingungen an Hauptspindeln aufnehmen

Funktionen und die Genauigkeit der Fertigungseinrichtungen bekannt und dokumentiert, kann man den Aufwand zum Messen und Prüfen der gefertigten Bauteile minimieren. Zum Weiteren vermeidet das fortlaufende beziehungsweise in Intervallen wiederkehrende Überwachen der Qualität der Fertigungseinrichtungen unnötige Stillstände durch Schäden oder unerkannt eingetretenen Verschleiß.

Grenzwerte für gemessene Parameter ermöglichen eine vorbeugende Instandsetzung. So werden Stillstandszeiten minimiert und planbar. Für das dynamische

Verhalten von Hauptspindeln gab es ein solches Konzept einer wiederkehrenden Überwachung über die Nutzungsdauer bisher nicht.

Die Funktion der Hauptspindeln lässt sich im Betrieb beurteilen

Deshalb hat die SW GmbH, Hersteller überwiegend mehrspindliger, horizontaler Bearbeitungszentren für die Serienfertigung in der Automobilindustrie und bei deren Zulieferern, eine praxisgerechte dynamische Diagnose für Hauptspindel-

i HERSTELLER

Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH
 78713 Schramberg-Waldmössingen
 Tel. 0 74 02/74-0
 Fax 0 74 02/74-2 11
 www.sw-machines.com

deln realisiert. Diese basiert auf einer Schwingungsmessung und deren Analyse. Besonderer Vorteil ist, dass man damit dynamische Eigenschaften misst und so die Funktion der Hauptspindeln im Betrieb beurteilen kann. Messungen nach der Montage, nach dem Einbau in die Bearbeitungszentren und bei der ersten Inbetriebnahme beim Anwender liefern zum einen eine protokollierte Information über die Qualität der Hauptspindeln. Zum anderen dienen diese Messungen als Basis für eine wiederkehrende Überwachung und Beurteilung der Spindeleigenschaften über deren gesamte Nutzungsdauer. So kann der Anwender der Bearbeitungszentren sowohl die Qualität der Fertigung dokumentieren als auch eine vorbeugende Instandhaltung planen und verwirklichen.

Das Messgerät überträgt die Daten an einen PC

Die Diagnose nutzt man insbesondere, um die Funktion und den Zustand der Spindel-Kopflager zu beurteilen. Bei laufender Hauptspindel misst ein Vibscanner der db Prüftechnik AG die Schwingungen am Spindelkopf, also in der Nähe der Hauptlager. Dazu ist lediglich mit einer Schraube ein Messaufnehmer am Spindelkopf anzubringen. Das Messen und Speichern der Schwingungen bei unterschiedlichen Drehzahlen der Hauptspindel dauern nur wenige Minuten (Bild 1). Anschließend überträgt das Messgerät die Messdaten an einen Personal-Computer zur Auswertung. Um unterschiedliche Hauptspindeln messen und beurteilen zu können, werden jeweils komplette Datensätze,

mit einer Kennung versehen, den Spindeln zugeordnet.

Im Personal-Computer speichert die Software ›Omnitrend‹ von der Prüftechnik Condition Monitoring GmbH die Messwerte in einer Datenbank. Nach unterschiedlichen Kriterien wertet sie die Daten aus. Grafisch zeigt sie beispielsweise die gemessenen Schwingungsamplituden über den Frequenzen (Bild 2).

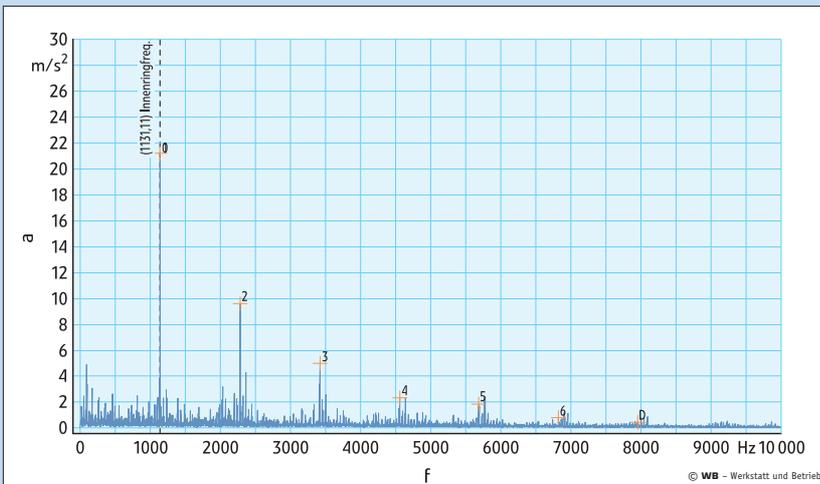
Servicearbeiten werden einfacher und sind schneller erledigt

Anhand dieser Diagramme kann man rasch beurteilen, ob die Hauptlager un-

beschädigt und unverschlissen oder beispielsweise durch einen so genannten Crash beschädigt sind (Bild 3). Eine genauere Frequenzanalyse ermöglicht es zusätzlich, zwischen Schäden an den Kugellagern und dem Lager-Innenring zu unterscheiden.

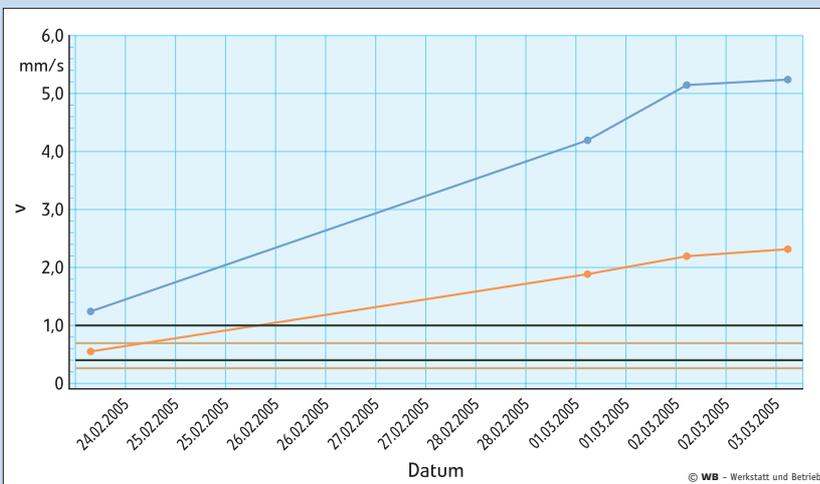
Mit der Amplituden-Frequenzanalyse lassen sich zudem Ursachen für ungewöhnliche Geräusche der Hauptspindel erkennen, die nicht durch Verschleiß oder Schäden an den Spindellagern verursacht sind. Dazu gehören zum Beispiel unzureichend befestigte Drehdurchführungen für Kühlschmiermittel oder lockere Flansch-Schrauben. Dies ist ein ent- ▶▶

Grafische Auswertung der Schwingungsamplituden



2 Geräusche sichtbar gemacht: typische Schwingungsamplituden von Grund- und Oberschwingungen, wie sie bei einem Schaden an den Innenringen der Spindellager auftreten, ausgewertet von der Software >OmniTrend<

Amplituden-Frequenzanalyse zur Schadensdiagnose



3 Schaden erkannt: Der rasche Anstieg der Summenschwingungen über vorgewählte Alarmgrenzen innerhalb weniger Betriebsstunden zeigt den Lagerschaden nach einem so genannten Crash

►► scheidender Vorteil der Schwingungsanalyse. Das bisher häufige, zeit- und arbeitsaufwändige Auswechseln der Hauptspindel wegen vermeintlicher Lagerschäden kann in diesen Fällen entfallen. Servicearbeiten werden wesentlich vereinfacht und beschleunigt und damit kostengünstiger.

Zahlreiche grafische Auswertungen mit unterschiedlichen Zusammenstellungen der Messdaten ermöglichen es darüber hinaus, das Verhalten der Spindel-lager im Betrieb exakt zu beurteilen. Beispielsweise aus mehreren Messungen über wählbare Zeiträume zusammengestellte Schwingungsanalysen zeigen Trends im Schwingungsverhalten der

Hauptspindeln. Daran kann man zunehmenden Verschleiß oder gar die rasche Zunahme von Schwingungen nach einem Crash mit Schäden am Hauptlager der Spindel erkennen. Vergleiche mit zulässigen Grenzwerten ermöglichen den zuverlässigen Betrieb der Spindel bis an den Grenzwert beziehungsweise auch das zuverlässige Planen einer vorbeugenden Instandsetzung.

Mit Schwingungssensoren ist auch durchgängiges Überwachen möglich

So erhalten Anwender der Bearbeitungszentren mit dieser dynamischen Analyse der Hauptspindeln erstmals eine zuverlässige

Information über die Qualität der Hauptspindeln über die gesamte Nutzungsdauer. Dabei können die Betreiber unterschiedliche Verfahren zum Messen des Schwingungsverhaltens wählen. Für eine durchgängige Überwachung – das so genannte Condition-Monitoring – werden Schwingungssensoren in die Hauptspindeln eingebaut. Deren Messdaten nimmt ein Messwertrechner, der online mit dem Bearbeitungszentrum verbunden ist, fortlaufend auf und wertet sie aus. Dies wirkt sich vorteilhaft aus bei dreischichtigem Betrieb und bei hoher Beanspruchung der Bearbeitungszentren, wie sie zum Beispiel in der Automobilindustrie regelmäßig vorkommen.

Bei üblicher Beanspruchung, etwa nur einschichtigem Arbeiten, kann der Betreiber in Intervallen von eigenem Personal oder wahlweise durch das Servicepersonal des Maschinenherstellers seine Bearbeitungszentren überwachen und analysieren lassen. Dazu benötigt man lediglich das handliche, transportable Messgerät und einen tragbaren Personal-Computer (Laptop). So lässt sich problemlos in der Werkstatt messen. Das dauert nur wenige Minuten und verursacht nur kurze Stillstände der Bearbeitungszentren.

Lückenlose Dokumentation und Rückverfolgbarkeit

Die Intervalle zum Messen wählt der Maschinenbetreiber in Abhängigkeit von der Beanspruchung der Bearbeitungszentren. Dabei kann er künftig auch auf Erfahrungswerte des Maschinenherstellers zugreifen. Innerbetriebliche Instandhalter können beispielsweise monatlich in Freischichten an jedem Bearbeitungszentrum die Schwingungen der Hauptspindeln messen, analysieren und in die fortlaufende Maschinendokumentation aufnehmen. Damit verfolgen und beurteilen sie das Verhalten der Maschinen über deren Nutzungsdauer. So entsprechen sie den heutigen Forderungen nach einer lückenlosen Dokumentation, Rückverfolgbarkeit und Sicherung der Qualität in der Produktion. ◀

Erik Pfeiffer ist bei der Schwäbischen Werkzeugmaschinen GmbH in Waldmössingen Leiter Technologieentwicklung; e.pfeiffer@sw-machines.de

Johannes Zuckschwerdt ist zurzeit Werkstudent bei der Schwäbischen Werkzeugmaschinen GmbH in Waldmössingen, Abteilung Technologieentwicklung