

Predictive Maintenance in der Metallzerspanung

Angst vor Werkzeugbruch? Nicht beim Einsatz von Überwachungssensoren



Im Akkord drehen sich Bohrer in Metallrohlinge, ein Werkstück nach dem anderen verlässt die Fertigung, die Produktionsanlage arbeitet auf Hochtouren. Damit das so bleibt und nicht etwa ein Bohrerbruch eine Maschine lahmlegt, hilft ein Werkzeugüberwachungssystem. Dieses misst mithilfe von Sensoren die Wirkleistung, die Kraft oder den Körperschall während der Zerspaltung und ermöglicht so eine vorausschauende Wartung und den Wechsel stumpfer Werkzeuge.

Horrorszenario Maschinenstillstand

Ein Bohrer bricht bei der Bearbeitung eines Werkstücks, die Werkzeugmaschine stoppt, die Produktionsanlage steht still, bis der einzelne Bohrer getauscht ist – ein Szenario, das Firmen in der Metallzerspanung unbedingt vermeiden möchten. Denn jeder Maschinenstillstand kostet Zeit und Geld, da in der Serien- und Massenteilfertigung in sehr hoher Stückzahl produziert wird und die Lieferfristen für die gefertigten Produkte eingehalten werden müssen. Schließlich sind die Werkstücke der zerspanenden Industrie Teile weit größerer Produkte bzw. Fertigungen – man denke zum Beispiel an die Automobilindustrie.

Reibungsloser Ablauf

Ihre Anlagen möglichst reibungslos und fehlerfrei laufen zu lassen, hat deshalb höchste Priorität. Eine vorausschauende Wartung – Predictive Maintenance – hilft, rechtzeitig Maßnahmen vor einem möglichen Ausfall zu planen bzw. durchzuführen. So sagt beispielsweise ein Werkzeugüberwachungssystem mittels unterschiedlicher Messtechniken genau voraus, wie hoch der Werkzeugverschleiß ist oder wann mit

einer Materialermüdung der Schneiden zu rechnen ist.

Exakte Vorhersagen

Um solch exakte Vorhersagen treffen zu können, werden in den Produktionsanlagen und Werkzeugmaschinen an unterschiedlichen Stellen Sensoren eingesetzt, die entweder die Wirkleistung, die Kraft oder den Körperschall während der Zerspaltung messen. Werden die ermittelten Werte anschließend in Relation zu vordefinierten Toleranzbereichen gesetzt, erkennen die Betreiber, ob die Werkzeuge effizient arbeiten oder ob

Handlungsbedarf für einen Werkzeugwechsel oder mögliche Wartungsmaßnahmen an den Spindel-lagerungen und Vorschubantrieben erforderlich sind.

Toleranzbereich für Messtechnik-Einsatz festlegen

Bevor Messwerte verglichen werden können, gilt es zunächst, die notwendigen Referenzwerte zu ermitteln. In der Einlernphase lernt das Überwachungssystem, wie die Maschine und ihre einzelnen Werkzeuge unter realen Bedingungen arbeiten. Hierzu werden im bestens Fall neue oder neuwertige Werkzeuge verwendet. Auf der Basis dieser eingelernten Referenzwerte werden die Grenzwerte berechnet. Dadurch entsteht ein Toleranzband zwischen Messkurve und der Grenze, bei der die Maschine stoppen soll. Wenn Erfahrungswerte der Anwender nun zusätzlich in der Berechnung mit einfließen, können die Grenzwerte sehr fein eingestellt werden, um so Werkzeugbrüche klar zu erkennen oder sogar vorzubeugen, um Schäden am Werkstück zu vermeiden.

Exakte Wirkleistung

Sensoren erfassen die exakte Wirkleistung während der Zerspaltung: Mit welcher Leistung ein Bohrer seine Arbeit verrichtet, zeigt unter anderem, wie lange er bereits im Einsatz war. Wurde er gerade erst in die Maschine eingesetzt, entspricht seine Wirkleistung noch den ursprünglichen Referenzmesswerten.



Autor:
Alexander Nordmann
Nordmann GmbH & Co. KG
www.nordmann.eu



Je länger das Werkzeug jedoch arbeitet, desto höher wird die Leistungsaufnahme durch den steigenden Verschleiß, und desto stärker weichen die Messwerte ab. Solange die Wirkleistung jedoch innerhalb eines Toleranzbereichs liegt, arbeitet die Maschine effizient und problemlos weiter. Gelangen die Messwerte jedoch an die Toleranzgrenzen, meldet das Werkzeugüberwachungssystem einen bald notwendigen Werkzeugwechsel.

Spindeln und Vorschubschlitten

Was den Zustand der meist wälzgelagerten Spindeln und Vorschubschlitten anbetrifft, wird die für deren Bewegung erforderliche Wirkleistung in den Augenblicken zwischen Start eines Spindelhochlaufs und einer Vorschubbewegung bis zum Kontakt der Werkzeugschneide mit dem Werkstück ermittelt. Gesonderte Prüfroutinen sind dafür nicht im NC-Programm erforderlich. Die Kontrolle der Wälzlager erfolgt sozusagen nebenbei, auch wenn der Fokus auf der Kontrolle des Werkzeugzustandes liegen mag.

Messung der Wirkleistung

Zur Messung der Wirkleistung sind zwei Vorgehensweisen denkbar: Entweder entnimmt man sie den internen Antriebsdaten der Maschinensteuerung oder man installiert auf dem Hall-Effekt basierende Stromsensoren, die den Strom aller drei Phasen am Umrichter des Motors aufnehmen. Zusammen mit der ebenfalls dort abgegriffenen Spannung wird die Wirkleistung berechnet – und zwar mit einer Geschwindigkeit, die auch mit einer Frequenz von mehreren hundert Hertz stattfindende dynamische Belastungsänderungen erfasst. Da je nach Bearbeitung das Werkstück und

auch das Werkzeug rotiert, kann die Sensorik auch beide Spindel- und Vorschubantriebe kontrollieren.

Kraftmessung bei Mehrspindeldrehautomaten

Während bei der Messung mittels Hallsensoren die benötigte Wirkleistung der Spindel- und Vorschubantriebe aufgenommen wird, können Sensoren auch die wirkenden Werkzeugkräfte erfassen. Diese werden anhand der elastischen Dehnung der im Kraftfluss liegenden Maschinenkomponenten gemessen. Analog zur Wirkleistung steigen durch den Werkzeugverschleiß die Vorschubkräfte an, bis hin zum Werkzeugbruch, bei dem die Kraft auf ein Minimum fällt.

Unterschiedlich ist jedoch ihr Einsatz: Die Kraftmessung wird meist dann verwendet, wenn eine Aufnahme der Wirkleistung nicht möglich ist – etwa bei Mehrspindeldrehautomaten in der Massenfertigung. Hier treibt ein einzelner Hauptantriebsmotor gleichzeitig bis zu acht Werkstückspindeln und Vorschubantriebe an. Aus der Wirkleistung des Hauptantriebsmotors Rückschlüsse auf das Verhalten einzelner Werkzeuge zu ziehen, ist unmöglich.

Sensoren prozessnah platzieren

Einfacher ist es in solchen Fällen, Sensoren direkt an den prozessnahen Maschinenelementen zu platzieren, die nur durch die zu überwachende Bearbeitung belastet werden, beispielsweise dem Werkzeughalter. Dadurch ist sichergestellt, dass es keine Überlagerung von Kräften anderer Werkzeuge oder auch Werkstücke gibt. Die Sensoren werden entweder geklebt oder mittels nur einer Schraube montiert – jedoch so, dass es nicht die Mechanik schwächt.

Ebenso wie die Wirkleistungsmessung erlaubt auch die über eine Dehnungsmessung erfolgende Kraftmessung eine Beurteilung der Güte der Spindel- oder Vorschublagerung.

Körperschall während des Kühlschmiervorgangs messen

Eine weitere Messmethode setzt an der Kühlung und Schmierung während der Zerspanung an. Bei der Bearbeitung, und sei sie noch so fein, wird Schall emittiert, der sich als Körperschall in einem Werkstück oder dem Werkzeug ausbreitet. Trifft der Kühlschmierstoffstrahl während der Fertigung auf ein Werkstück oder Werkzeug, dient er ebenso als Schallwellenleiter. Dieses Geräusch kann mittels eines Schall-Emissions-Hydrophons, das direkt in der Austrittsdüse des Kühlmittelstrahls platziert wird bzw. diese selbst darstellt, aufgenommen werden.

Fazit

Drei unterschiedliche Messmethoden helfen einem Werkzeugüberwachungssystem, den realen Zustand einer Produktionsanlage

bzgl. ihrer Spindel- und Vorschubantriebe sowie Werkzeugschneiden aufzuzeigen, so dass deren Wechsel rechtzeitig erfolgen kann, bevor die Anlage durch sich festfressende oder heißlaufende Lager oder kapitale Werkzeugbrüche ausfällt. Ob Firmen die Wirkleistung, die Kraft oder den Körperschall für ihre Predictive Maintenance nutzen, hängt von ihrem Fertigungsverfahren und der individuellen Werkzeugmaschine ab. Sowohl ein bestehendes Überwachungssystem zu erweitern oder an einer schon seit Jahren im Betrieb befindlichen Maschine nachzurüsten ist in jedem Fall kein Problem.

Wer schreibt:

Die Nordmann GmbH & Co. KG ist ein führender Anbieter von Werkzeugüberwachungssystemen für die Zerspanungsindustrie. Ihre Überwachungsgeräte, wie zum Beispiel das aktuelle Modell SEM-Modul-e2, lassen sich nahtlos in Maschinensteuerungen integrieren. Mit ihnen können Werkzeugzustände in Echtzeit überwacht und so die Produktionsqualität und -effizienz gesteigert werden. ◀

