

Werkzeugüberwachung und Werkstückmass-Kontrolle

Drehmeissel wird zum Messtaster

Eine patentierte Werkstückmass-Kontrolle ermöglicht es, in CNC-Drehmaschinen mit einem Körperschallaufnehmer die Schallwellen zu messen, die schon bei der leichtesten Berührung zwischen einem Drehmeissel und dem rotierenden Werkstück entstehen. Dadurch wird der Drehmeissel zum Taster, mit dem sich Durchmesser und Länge von Werkstücken kontrollieren lassen.

Auf Zerspanungsmaschinen hergestellte Werkstücke sind wertlos, sobald Masse infolge Werkzeugverschleiß ausserhalb der Toleranzgrenzen liegen. Um dies zu vermeiden, werden den Werkzeugmaschinen oftmals aufwendige

Prüfmaschinen nachgeschaltet, oder man begnügt sich mit der manuellen Vermessung per Stichprobe. In vielen Fällen werden Inprozess-Messtaster verwendet, die ihren Platz anstelle eines Zerspanungswerkzeuges im Scheitern-

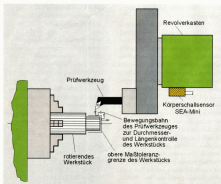


Bild 1: Prinzip der Werkstückkontrolle bezüglich Durchmesser und Länge mit Hilfe eines Prüfwerkzeuges, das den Kontakt mit dem rotierenden Werkzeug über den Reibungskörperschall meldet.

voller finden. Dabei gibt es allerdings Probleme mit dem Schutz der Taster vor Beschädigungen und Spänebefall sowie mit der Funktionsfähigkeit der drahtlosen Übertragung und der Batterieverse-

Neuartige Messmethode

Nun hatte man bei Novkon die Idee, fertig bearbeitete Dichtteile an Stellen mit schwierig einzuhaltenden Massen über ein Prüfwerkzeug – das ein ganz normales Zerspanungswerkzeug ist – in Sekundenschnelle abzutasten. Sobald dieser zum Taster ernannte Drehmeissel das Werkstück nur leicht berührt, so dass er lediglich mit nur leichtem Druck auf der Werkstück-Oberfläche rutscht, entsteht grundsätzlich ein charakteristisches und deutliches Reibungsgeräusch in Form von Körperschall. Dieses wird über einen zum Beispiel am Revolverkasten montierten Körperschallsensor registriert. Der Effekt entspricht dem Reiben eines Geigenbogens auf einer Saite, wobei die Saite der Drehmeissel und der Geigenbogen das rotierende Werkstück ist. Beim Rutschen des Drehmeissels auf dem Werkstück wird das ganze Spektrum seiner akustischen Eigenfrequenzen angeregt.

Beim Annähern des Prüfwerkzeuges an das Werkstück passiert folgendes: Wenn das Werkzeug noch etwa 0,5 µm von der Werkstück-Oberfläche entfernt ist, werden lediglich die Maschinen-Grundgeräusche gemessen. Erst bei einer weiteren Bewegung um 1 µm in Richtung des Werkstückes nimmt im Augenblick der Berührung der Signalpegel um den Faktor 10 bis 100 zu. Mit dem Ohr ist dies nicht wahrnehmbar, sondern nur über den Körperschallsensor. Die Auflösung dieser Kontakterkennung ist kleiner als 1 µm und übertrifft damit mechanische Messtaster. Bei einer weiteren Zustellung wird der Signalpegel nur unwesentlich stärker, aber auch nicht schwächer. Das heisst, die Erkennung funktioniert auch beim Zustellen um 2 µm. Um Spuren auf dem Werkstück zu vermeiden, sollte man allerdings so wenig wie möglich zustellen.

Zum Kontrollieren der Werkstückmasse gibt es nun mehrere Messvarianten. Im Folgenden seien drei Methoden näher vorgestellt:

Monovariante 1: Anschliessliche Kontrolle auf (drohendes) Übermass.

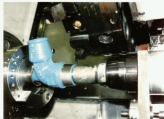


Bild 2: Die Prüfzylinder kontrolliert die Masse des fertigen Gewindes und aller anderen relevanten Konturen.

Messvariante 2: Istwerfassung der Werkstückmasse mit Toleranzvergleich und gegebenenfalls Dokumentation der Messwerte

Messvariante 3: Kontrolle der Auflede- rung von Werkzeug und Werkstück

Mikrometergenaue Kontrolle auf Übermass (Variante 1)

Infolge von Werkzeugverschleiß werden Werkstücke entweder zu dick, zu lang oder in ausgedrehten Bohrungen zu eng. Bei dem zunächst als einfachere Methode vorgestellten Verfahren fährt das Prüfwerkzeug nicht bis an das Werkstück, sondern annähernd im Eläng nur bis zu seiner oberen Mastoleranzgrenze (Bild 1). Bei einem innerhalb der Übermass toleranzen liegenden Teil findet keine Berührung statt. Erst bei drohendem Verlassen der Übermass toleranz würde das Prüfwerkzeug das Werkstück berühren, was über den während des Rutschens auf dessen Oberfläche erzeugten Reibungskörperchall sofort registriert wird.

Dabei kann es in seltenen Fällen bei matten Werkstück-Oberflächen vorkommen, dass eine schmale, über den Werkstückumfang laufende Tastspur entsteht. Dies ist bei Funktionsteilen nicht störend. Glänzt das Werkstück ohnehin schon, dann ist diese Prüfspur nicht sichtbar. Man kann diese allfällige Prüfspur aber auch positiv sehen: Sie belegt dem Kunden, dass die Masse im Fertigungsprozess kontrolliert werden.

Wenn das Teil noch innerhalb der geforderten Mastoleranz liegt, wird das Prüfwerkzeug das Werkstück gar nicht

berühren. Das heisst, die genannte Prüfspur wird gar nicht entstehen. Falls das Abbilden einer Prüfspur bei jedem Prüfvorgang gewünscht ist, sollte die Messvariante 2 zum Einsatz kommen.

Dieses Abtastverfahren lässt sich auch zur ansonsten schwierigen Kontrolle tiefer und enger Bohrungen bezüglich Durchmesser, Position und Geradheit beziehungsweise Verlaufen verwenden. Dabei besteht keine Einschränkung hinsichtlich Bohrungstiefe oder -durchmessers. Denn wenn es ein Werkzeug gibt, das diese Bohrung herstellt, dann gibt es immer ein dünneres Werkzeug, das man zum Abtasten in die gefertigte Bohrung einführen kann.

Die Methode ist besonders geeignet zum Prüfen gedrehter Gewindegänge. Dabei wird das Prüfwerkzeug, bestehend aus einem zweiten Gewindedrehstuhl, nach dem eigentlichen Gewindedrehvorgang entlang der oberen Mastoleranzgrenze durch das Gewinde gefahren. Findet eine über den Reibungskörperchall wahrnehmbare Berührung statt, so ist das Werkstück als Ausschussteil erkannt. Das in Bild 2 dargestellte Prüfwerkzeug hat einen etwas kleineren Spitzwinkels, um vor allem den Gewindekern Durchmesser und die Flankenweite im Gewindegrund abfragen zu können. Auf diese Weise als übermassig erkannte Gewinde lassen sich noch in der gleichen Aufspannung nachbearbeiten. Der zur Gewindeprüfung verwendete Stahl wird jedoch nicht nur zur Prüfung des Gewindes, sondern auch zur Durchmesser- und Längenkontrolle an anderen Stellen des Werkstückes verwendet. Somit kann man mit nur einem Prüf-



Bild 3: Mit dem »Tool Monitor SEM-Modul« lassen sich die Werkstückmasse kontrollieren und alle Werkzeuge auf Verschleiß und Bruch überwachen.

Im Fokus

Wozu Werkzeugüberwachung?

Unbeaufsichtigt arbeitende Werkzeugmaschinen erfordern eine automatische Überwachung des Werkzeugzustandes. Zunehmend verwenden die zunehmend gekapselten Arbeitsräume eine optische und auch akustische Kontrolle der Werkzeuge und Werkstücke durch den Maschinenbediener. Die elektronischen Werkzeug-Überwachungssysteme kontrollieren den Werkzeugzustand zum Beispiel akustisch (Körperchall) oder anhand der auf das Werkzeug wirkenden Kraft. Die meisten

Systeme messen allerdings die elektrische Wirkleistung der Werkzeug- und Werkstück-Antriebsmotoren.

Das Ziel all dieser Messmethoden ist das Erkennen eines Werkzeugdefektes, sei es nun eine Abstumpfung oder ein Schneidenbruch, unmittelbar und noch während der Zerspanung. Dadurch lassen sich weitere Schäden am Werkzeug und Werkstück oder gar eine über viele Teile andauernde Ausschussproduktion vermeiden. –to-

Info

Nordmann GmbH & Co. KG
D-53134 Hürth
Tel. 0049-2213-958 80
Fax 0049-2213-96 88 22
info@nordmann-online.de
www.nordmann-online.de
EMO: Halle 15, Stand E 6



Bild 4: Der -Tool Monitor SEM-Modul-Profilbus- ermöglicht eine hochsensible Werkzeugüberwachung bei geringster Verklebung.

Werkzeug alle relevanten Masse kontrollieren.

Exakte Erfassung der Werkstückmasse mit Toleranzvergleich (Variante 2)

In selteneren Fällen kann es auch von Interesse sein, nicht nur auf Übermaß infolge von Werkzeugverschleiß oder -aufforderung, sondern auch auf Untermaß zu kontrollieren. Manchmal verlangt der die Teile abnehmende Kunde auch eine Dokumentation der Werkstückmasse. Für beide Fälle muss das abtastende Prüfwerkzeug grundsätzlich bis an das Werkstück gefahren werden. Die bei der Berührung erreichte Position der X- oder Z-Achse der Drehmaschine wird zusammen mit der Uhrzeit über einen sogenannten Messzyklus gespeichert und mit dem in der Steuerung abgelegten Toleranzbereich verglichen. Dazu verfügen die CNC-Steuerungen -Sinumerik 840 C/840 D- von Siemens sowie die meisten Produkte anderer Hersteller über die entsprechende Software.

Die Lage des Werkstück-Nullpunktes kann zum Beispiel temperaturbedingt wandern. Aus diesem Grund werden Inprozess-Messtaster am Werkstück-Spannfutter in X- und Z-Richtung kalibriert, wenn mit einer Einpunktmessung verfahren wird. Dieses Verfahren ist auch mit dem akustischen Taster möglich, wobei die anzutastende Fläche am Futter allerdings gehärtet und auswechselbar sein sollte.

Bei der sogenannten Zweipunktmessung wird der Werkstück-Nullpunkt über das Anfahren zweier gegenüberliegender Punkte am Durchmesser des Werkstücks bestimmt. Der dazu benötigte Prüfmessel muss dann zwei Schnitten haben.

Kontrolle der Aufforderung von Werkzeug und Werkstück (Variante 3)

Die beim Zerspanen auftretenden Kräfte und vor allem die senkrecht zur Werkstück-Oberfläche gerichteten Passiv- und Vorschubkraftkomponenten bewirken ein Aufleiden von Werkstück und Werkzeug. Dadurch wird beim Ausenlängsdrehen das Werkstück grundsätzlich um einige Mikrometer oder hundertstel Millimeter dicker als geplant. Mit zunehmendem Verschleiß drückt die Schneide aufgrund des Freiflächenverschleißes stärker, und das Werkstück wird immer dicker.

Die Möglichkeit, den Kontakt zwischen Werkzeug und Werkstück auf akustischem Wege hochsensibel festzustellen, eröffnet auch hier den Weg zu einem sehr einfachen Verfahren, den Grad des -Voneinander-Wegfedern- zwischen Werkzeug und Werkstück festzustellen: Das Werkzeug wird unmittelbar nach dem Fertigziehen aus dem Schnitt gefahren und danach erneut gegen das Werkstück zugestellt. Es wird nun das Teil um den Grad der Aufforderung früher berühren. Diese Information wertet das Gerät -Tool Monitor- als Kriterium für

einen erforderlichen Werkzeugwechsel oder als Information für ein stärkeres Zusetzen beim Zerspanen des nächsten Werkstücks aus.

Trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten liegen die Gerätekosten für dieses Verfahren im Bereich von rund 9000 Franken in Verbindung mit dem -Tool Monitor SEM-Modul- (Bild 3). Aufgrund der Robustheit des Messtasters, der im Prinzip nichts weiter als ein normaler Drehmeißel ist, sind keine Reparaturkosten zu erwarten.

Dieses Prüfverfahren ist dadurch weit preisgünstiger als konventionelle Inprozess-Messtaster oder Postprozess-Messmaschinen. Zudem ist eine Erweiterung zur prozessbegleitenden Werkzeugbruch- und Verschleißüberwachung mit verhältnismäßig geringen Kosten über weitere Sensoren für Wirkleistung, Zerspankraft oder Körperschall möglich. Dabei setzt der Hersteller besondere Schwerpunkte auch in die Überwachung kleinerer Werkzeuge. Für die CNC-Steuerung -Sinumerik 840 D- ist der -Tool Monitor- in einer profibusfähigen Variante verfügbar, das heißt, die Steuersignale und die Wirkleistungs- oder Drehmomentwerte werden sensorlos unmittelbar vom Profibus aufgenommen. Die Darstellung der Messkurven erfolgt am Monitor des Bedienrechners MMC 103 oder PCU 50 (Bild 4).

Einfach nachrüstbar

Wer schon im Besitz eines -Tool Monitors- SEM-68000 oder SEM-Modul zur Werkzeugbruch-Erkennung ist, kann das System leicht zur Werkstückmassen-Kontrolle nachrüsten. Wenn schon ein Körperschallsensor zur Werkzeugüberwachung montiert ist, muss dieser gegebenenfalls lediglich gegen einen zur zusätzlichen Antastererkennung geeigneten ausgetauscht werden. Damit erhält man die Inprozess-Werkstückmassen-Kontrolle fast zum Nulltarif.

KLAUS NORDMANN
Dr.-Ing., Geschäftsführer der
Nordmann GmbH & Co. KG
D-59354 Hacht