

Werkzeugüberwachung in der Zerspantung

Um heute wettbewerbsfähig zu bleiben muss kostengünstig, schnell und bei hoher Qualität produziert werden. Eine Optimierung von Prozessabläufen zielt dabei in der Regel auf eine Minimierung der Stillstandszeiten ab. Um den Stillstand der Maschine durch Be- und Entladen zu vermeiden werden heute immer komplexere Maschinen eingesetzt, welche die vollständige Fertigung des Werkstücks innerhalb einer Aufspannung ermöglichen. Allerdings rückt durch diese Entwicklung der Stillstand durch Werkzeugbruch in den Vordergrund. Hier kommt der Werkzeugüberwachung als einem wesentlichem Bestandteil der Prozessoptimierung eine besondere Bedeutung zu.



Verschleiß- und Bruchkontrolle im Mehrspindel-Drehautomat per Dehnungsmessung am Kulissenhebel.

Ein Kernproblem der Prozessoptimierung ist die richtige Einschätzung der Werkzeugstandzeit. Wird diese überschätzt, kommt es aufgrund der zu hohen Belastung zum Werkzeugbruch. Dies zieht meist fatale Schäden an den nachfolgenden Werkzeugen oder der Maschine nach sich. Unterschätzt man die mögliche Werkzeugstandzeit, wird das Werkzeug zu früh ausgewechselt. Unnötig hohe Stillstandszeiten der Maschine und vorzeitiger Verbrauch des Werkzeugs sind dann die Folgen.

Eine etwas bessere Methode ist die so genannte Postprozess-Überwachung. Dabei wird das Werkzeug nach der Bearbeitung durch einen Messtaster auf Bruch geprüft. Diese Brucherkenntnis vermeidet die gefürchteten Folgeschäden. Allerdings wird das tatsächliche Potential des Werkzeuges nicht wirklich erkannt. Eine ernsthafte Prozessoptimierung kann auch hier nicht erfolgen.

Prozessoptimierung durch Bruch- und Verschleiß-Kontrolle während der Bearbeitung

Die Firma Nordmann hat sich daher auf die Überwachung während der Bearbeitung (inprozess) konzentriert. Hierbei werden die bei der Bearbeitung auftretenden Kräfte und Geräusche erfasst und zeitgleich mit der Bearbeitung ausgewertet. Diese Analyse erlaubt es Rückschlüsse auf den Zustand des

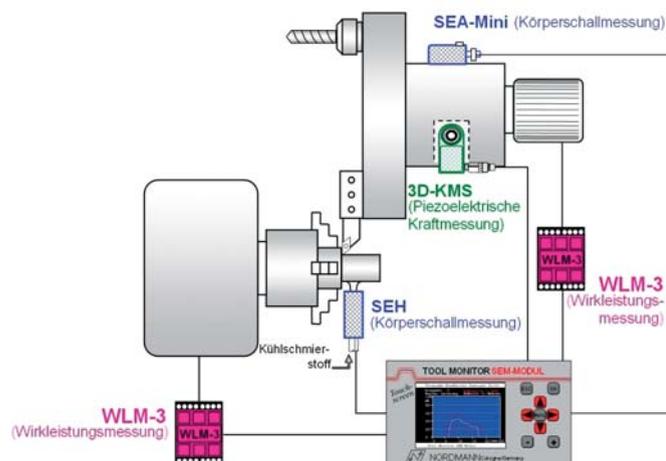
Werkzeuges zu ziehen. So können bereits kleinste Ausbrüche oder der Verschleiß des Werkzeuges erkannt werden. Die Maschine reagiert dann mit einem sofortigen Halt bei Bruch, oder im Falle des Verschleißes mit einem geregelten Herunterfahren nach Ende des Bearbeitungs-Zyklus. Oberflächen- und Formfehler können dadurch vermieden werden. Diese Inprozess-Überwachung bietet, ohne dabei Taktzeit zu verlieren, nicht nur eine verbesserte Bruchkontrolle, sondern darüber hinaus eine aktive Werkzeugbruch-Prävention. Aufwendige Installationen alternativer Einrichtungen, wie beispielsweise mechanische Taster im Arbeitsraum, können dabei entfallen.

Prozessbegleitende Kontrolle von CNC-Drehmaschinen

Die meisten der heute erhältlichen Werkzeugmaschinen sind „offene“ Systeme, d.h. man erhält einen Zugriff auf die Wirkleistungs-, Drehmoment- oder Stromwerte der Spindel- und Vorschubantriebe, ohne zusätzliche Sensoren einbauen zu müssen. Die Antriebsdaten werden zumeist über den Profibus abgegriffen. Hiermit lassen sich gute Ergebnisse erzielen. Die Messkurven werden auf dem NC-Bedienfeld oder auf einem eigenen Flachdisplay angezeigt.

Wenn keine NC mit Zugriff auf interne Antriebsdaten vorhanden ist,

Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in CNC-Drehmaschinen



werden Wirkleistungsmessgeräte eingesetzt. Je nach Spindelleistung sind Bohrer bis herab zu Durchmessern von 1 mm überwachbar, wobei alle 3 Phasen der Drehstrommotoren der Hauptspindel und Werkzeugantriebe kontrolliert werden. Kleinere Werkzeuge oder feine Schlichtdrehoperationen werden mit alternativen Methoden überwacht. Hier tritt besonders die Körperschallmessung in den Vordergrund. So können feststehende Werkzeuge über einen auf dem Revolverkasten oder Linearschlitten fest montierten Körperschallsensor (SEA-Mini) kontrolliert werden.

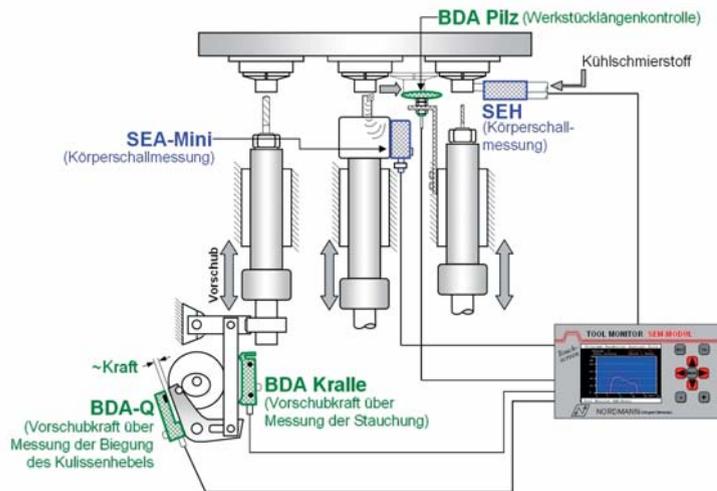
Falls es sich um angetriebene Bohrer handelt, sollte entweder der Körperschall werkstückseitig vom Werkstückspindelgehäuse aufgenommen werden oder über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter unmittelbar am Werkzeug (Sensor SEH). Mit diesem patentierten Sensor (SEH) können selbst kleinste Ausbrüche oder in Mehrspindelbohrköpfen der Bruch einzelner Bohrer erkannt werden. Unglaublich dünne Bohrer mit nur 0,09 mm Durchmesser werden hiermit kontrolliert.

Bei der Bearbeitung gehärteter Werkstücke sind teilweise weder die Körperschallmessung noch die Wirkleistungsmessung geeignet um kleinste Ausbrüche im μm -Bereich zu erkennen. Dann wird ein Kraftaufnehmer unter dem Revolverkasten oder Werkzeugträger bzw. Dehnungsaufnehmer auf dem Revolverkasten montiert, um die schnellen Kraftspitzen beim Werkzeugbruch zu erkennen.

Werkzeugbruchkontrolle bei Mehrspindel-Drehautomaten

Bei Mehrspindel-Drehautomaten werden die zur Überwachung nötigen Daten meistens über die Kraftmessung ermittelt. Die Kraft wird normalerweise an den Kulissenhebeln gemessen, indem deren elastische Biegung über leicht anschraubbare „Krallen“ erfasst werden. Das gilt beispielsweise für Maschinen von Schütte und Gildemeister. In Tornos-Mehrspindlern wird hingegen die Vorschubbewegung übertragenden Stangen gemessen. Bohrer bis herab zu 2-3 mm Durchmesser können hiermit kontrolliert werden. Alternativ werden in hydraulischen Vorschubantrieben (z. B. Schütte PC) die Vorschubkräfte über Hydraulik-Differenzdruckaufnehmer gemessen. Falls die Kräfte der Werkzeuge zu klein sein sollten, hilft eine Körperschallaufnahme am Werkzeughalter, oder aber die Körperschallaufnahme unmittelbar vom Werkzeug oder Werk-

Mögliche Sensorpositionen zur Werkzeugüberwachung in Mehrspindeldrehautomaten



stück über einen Kühlmittelschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter (SEH).

Werkstücklänge und Werkstückdurchmesser werden in Mehrspindlern mit federnden Tastern zwischen zwei Stationen beim Weiterschwenken der Werkstückspindeln kontrolliert. Der Fühler nennt sich „Pilz“ aufgrund seiner Form mit dem runden abgeflachten Kopf, an dem die Werkstücke vorbeigleiten. Der Pilzkopf federt bei der Berührung mit dem Werkstück leicht zurück entsprechend z. B. der Länge des Werkstückes.

Unterschiedliche Anwendungen verlangen verschiedene Auswertemethoden

Die verschiedenen Sensoren erfordern ausgeklügelte, aber in ihrer Anwendung nicht zu komplizierte und für den Anwender nachvollziehbare Überwachungsstrategien. Der Nordmann Tool-Monitor verwertet die Daten der Sensoren und stellt sie als Grafik dar. Dieses Bearbeitungsdiagramm ist die Grundlage für die verschiedenen Überwachungsmethoden.

Bewährt hat sich hierbei die Hüllkurventechnik, die in einfachen Fällen durch geradlinige Grenzwerte ersetzt werden kann. Die Grenzwerte kontrollieren entweder die statische Höhe der Messkurve, deren Mittelwerte oder dynamische Signalanteile.

Die Grenzen können graphisch mittels Touchscreen optimiert werden. Im Fall eines falschen Alarms kann die verletzte Hüllkurvengrenze auch automatisch vom System korrigiert werden.

Falls verschleißbedingte Veränderungen im Sinne einer optimalen Brucherkennung bewusst kompensiert werden sollen, ist eine automatische gleitende

Anpassung der Hüllkurvengrenzen an die Messkurven aktivierbar. Eine weitere recht nützliche Eigenschaft ist die per Softwarefreischaltung nutzbare integrierte Maschinen- und Betriebsdatenerfassung. Damit kann von einem zentralen PC der Betriebszustand (läuft/steht/Stillstandsgrund) der angeschlossenen Werkzeugmaschinen oder die bereits gefertigten Stückzahlen betrachtet werden. Die Tool Monitore der einzelnen Maschinen müssen hierzu über eine Busleitung vernetzt und mit einem PC verbunden werden, dessen Daten dann über Ethernet vom Büro-PC einsehbar werden.

Die in diesem Beitrag beschriebenen Messmöglichkeiten beziehen sich nur auf Drehmaschinen. Für Rundtaktautomaten, Bearbeitungszentren und Schleifmaschinen stehen weitere Messwertaufnehmer und Überwachungsmethoden zur Verfügung. (9602-??)

Bohrerbruchkontrolle durch Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter (Nordmann-Patent).

