

Prozessüberwachung

Qualität beim Honen stets im Blick durch Scanfunktion

Hochgenaue gehonte Bohrungen erfordern eine sorgfältige Qualitätskontrolle. Bei Honmaschinen von Kadia wird diese Aufgabe durch das 'Scannen der Bohrung' direkt im Anschluss an die Honoperation gelöst. Die erzielte Qualität der Bearbeitung bleibt stets im Blick.



1 Das Innenleben einer hochproduktiven Honmaschine in Transferbauweise. Auf jede Honstation folgt eine Messstation. Mit den erfassten Bearbeitungsergebnissen kann man die Bearbeitungsqualität über einen Regelkreis in einem Idealbereich halten © Kadia

Beim Honen von Präzisionsbauteilen folgt in der Regel auf jede Honstation eine Messstation. Dadurch wird es möglich, Hundertprozent-Messungen durchzuführen. Bohrungsdurchmesser und -form können bei Bedarf in einem Regelkreis kontinuierlich nachjustiert werden. Der zumeist mehrstufige Prozess gewinnt somit an Stabilität und Sicherheit. Im Normalfall fährt der Luftmessdorn mehrere Messebenen an, beispielsweise drei oder fünf, je nach Bohrungslänge. „Wir gehen einen bedeutenden Schritt weiter und scannen die Bohrung über die gesamte Länge“, erklärt Dr.-Ing. Uwe Moos, Grundlagenentwicklung Hontechnologie bei der Kadia Produktion GmbH & Co. in Nürtingen. „Scannen bedeutet zudem, dass der Luftmessdorn bis zu 500 Durch-

messerwerte pro Millimeter Messweg aufnimmt und an die Steuerung übermittelt.“

Kadia führte diese Funktion für sämtliche Honmaschinen vor vier Jahren ein – damals eine Weltneuheit. Im Kern besteht die Lösung aus einer intelligenten Software, die Kadia in die selbst entwickelte 'HMC100'-Maschinensteuerung integriert hat. Eine besondere Scan-Hardware ist nicht notwendig. Es kommen Messdorne wie beim herkömmlichen Messen zum Einsatz, jedoch sind die Anforderungen an die Messwerterfassung und -aufbereitung extrem hoch. Im Hochpräzisionssegment, in dem sich Kadia bewegt, entscheidet nicht selten ein halber Mikrometer über die Verwendbarkeit eines bestimmten Bauteils.



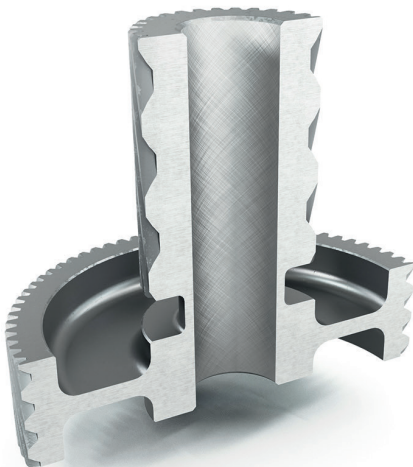
2 Bedienpanel der Honmaschinensteuerung HMC100. Das Display visualisiert den kompletten Honprozess, wie etwa die Prozesszustände der Operationen, die Messergebnisse oder auch die Zerspanungskräfte © Kadia

Für die Nürtinger Honexperten gelten Bohrungen mit 60 mm Durchmesser schon als groß und am oberen Ende des Portfolios angesiedelt. Weit häufiger werden kleinere Bohrungen auf Kadia-Maschinen bearbeitet. Geeignete Messdorne sind im Standard bis $D = 2,5$ mm verfügbar. Für noch kleinere Durchmesser gibt es Sonderausführungen. Die üblichen Messbereiche in diesem Segment betragen ± 20 μm für das Zwischenhonen und ± 10 μm für das Fertighonen.

Scannen wird quasi nebenher erledigt

„Vor Jahren wäre noch ein separater Messrechner notwendig gewesen, um die beim Scannen anfallenden Datenmengen zu bewältigen. Doch unsere Steuerung erlaubt es, den Scanvorgang quasi nebenher durchzuführen“, sagt Uwe Moos. Das Hochleistungs-Rechenmodul der HMC100 stellt die vielen Werte in Sekundenbruchteilen grafisch dar (Bild 2) – und das auch bei Maschinen mit mehreren Messstationen. Es gibt viele Möglichkeiten, den Messwerteverlauf der Scans zu visualisieren – von der einzelnen Operation bis zum gesamten Prozess, um beispielsweise den Bearbeitungsfortschritt zu begutachten. „Dank der hohen Performance der Steuerung erfolgt der Scanprozess taktzeitneutral“, betont der Entwickler.

Im Vergleich zur herkömmlichen Messmethode mit festen Ebenen bietet die Scanfunktion mehrere Vorteile: Sie erlaubt Messungen bis zu 1 mm Abstand von der Bohrungskante.



3 Planetenrad für Elektrofahrzeug-Getriebe mit zu honender Durchgangsbohrung. Bauteile wie dieses zeigen aufgrund der ungleichen Materialverteilung sehr häufig eine unterschiedliche elastische Verformung während der Bearbeitung © Kadia

Bei konventionellen Messsystemen sind allenfalls 2,5 mm realistisch. Daneben ist die Software in der Lage, Messwerte zu klassifizieren, das heißt sie kann zwischen den Bereichen, wo das Honwerkzeug im Einsatz war, und anderen unterscheiden. Sie erkennt also Querbohrungen, Nuten oder Taschen, außerdem Lunken bei Gussteilen oder Vorbearbeitungsriefen. Bohrungsunterbrechungen erzeugen unplausible Messwerte, die von der Software aussortiert werden. Demzufolge erübrigt sich eine Lageorientierung der Werkstücke. Da die zu messenden Bereiche automatisch erkannt werden, minimiert sich auch der Aufwand für das Handling.

Hat eine Bohrung viele Unterbrechungen, verbleiben oft nur schmale Stege. Mit Standardmessmitteln erkennt die Scanfunktion Stege mit 2 mm Länge, mit Sondermessmitteln sogar noch Stege mit 1 mm. „Indem eine große Anzahl an Messwerten erfasst und die gesamte Geometrie der Bohrung berücksichtigt wird, bietet das Scannen eine höhere Zuverlässigkeit als das Messen auf wenigen Ebenen“, bekräftigt Moos.

INFORMATION & SERVICE



HERSTELLER

Kadia Produktion GmbH + Co.
72622 Nürtingen
Tel. +49 7022 60060
www.kadia.com/de
AMB Halle 5, Stand B56

MAFAC

Parts Cleaning, Systems and Solutions.

Rein auf wässriger Basis



Von der Natur inspiriert.
Für die Industrie entwickelt.

Als Familienunternehmen mit mehr als 50-jähriger Erfahrung sind wir Spezialisten im Bereich der wässrigen Teilereinigung. Unser Anspruch vereint Tradition und Innovation, unsere Maschinen sind ökologisch und energieeffizient. Gemeinsam mit Ihnen erarbeiten wir kundenspezifische Prozesslösungen.

AMB
Internationale Ausstellung
für Metallbearbeitung
13. - 17. 09. 2022
Messe Stuttgart
Halle 5, Stand A73

**parts2
clean**

Messe Stuttgart
11. - 13.10.2022
Halle 4, Stand A20

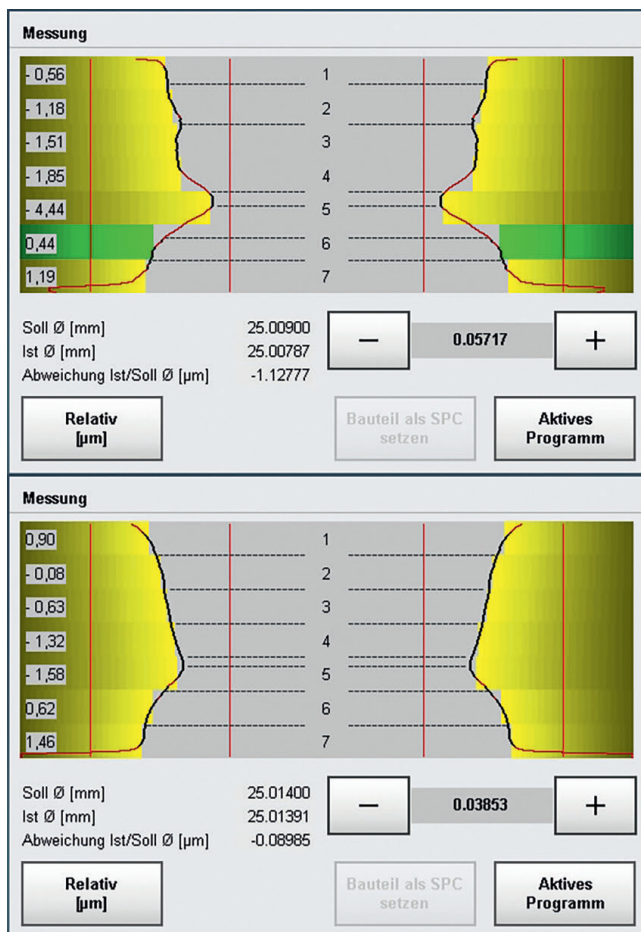
MAFAC – E. Schwarz GmbH & Co. KG · Max-Eyth-Str. 2 · 72275 Alpirsbach · www.mafac.de

Verformungen werden sichtbar

Die Scanfunktion offenbart ihre Stärken insbesondere bei Werkstücken mit geringen Wandstärken oder unregelmäßigen Außenkonturen. Wo wenig Material vorhanden ist, kommt es während der Bearbeitung so gut wie immer zu elastischen Verformungen. Der Fachmann spricht vom „Atmen des Werkstücks“. Das Material weicht an diesen Stellen dem Schnittdruck stärker aus als an anderen Stellen. Das Scannen sorgt in diesen Fällen für ein Höchstmaß an Transparenz: Es macht die Problemzonen sichtbar und gibt dem Anwender Anhaltspunkte für die Variation seiner Prozessparameter.

Anwendungsbeispiel Getrieberad

Typische Anwendungsfälle finden sich im Fahrzeugbau, etwa Planetenräder für Elektrofahrzeug-Getriebe (Bild 3). Ein solches Bauteil hat eine Länge von 90 mm und eine zu honende Durchgangsbohrung mit $D = 25$ mm. Es gibt keine Unterbrechungen, doch macht die Außenkontur einen Durchmesser-sprung von 70 mm. Am Übergang befindet sich ein Einstich, sodass in diesem Bereich nur eine Wandstärke von 2 mm verbleibt. Die elastische Verformung, die während der Bearbeitung an dieser Stelle auftritt, bildet sich im Messwerteverlauf



4 Vergleich zweier Bearbeitungsoperationen: Die elastische Verformung ist nach der ersten Operation relativ ausgeprägt mit einem maximalen Durchmesserunterschied von 5,63 µm (oben). Die zweite Operation glättet das Profil merklich; der Durchmesserunterschied beträgt nur noch 3,04 µm (unten). Die senkrechten roten Linien markieren die zulässigen Abweichungen vom Zieldurchmesser und definieren das Größt- und das Kleinmaß der Bohrung © Kadia

des Scans als Einschnürung ab (Bild 4). So besteht die Gefahr, dass der bearbeitete Durchmesser in Einstichhöhe kleiner ist als die untere Toleranzgrenze. Für die Prozessstabilität ist es aber elementar wichtig, den kleinsten Durchmesser genau zu kennen und zu lokalisieren. Diesbezüglich liefert das Scannen der Bohrung die zuverlässigste Auskunft.

Die Software der HMC100 unterteilt die Bohrungslänge in Auswertungsbereiche, im Beispiel sind es sieben. Jeder Bereich wird als eingefärbter Balken dargestellt, die Einschnürung wird dadurch deutlich visualisiert. Der Maschinenbediener erhält damit wichtige Anhaltspunkte, um Maßnahmen zur Kompensation der Verformungen zu ergreifen. Mögliche Stellschrauben sind die Anpassung der Zustellschritte für die Zerspaltung oder die Veränderung der Hubumsteuerpunkte.

Nach der ersten Honoperation (Bild 4 oben) ist die Einschnürung auf Höhe des Einstichs noch sehr ausgeprägt (Ebene 5). Nach der zweiten Operation zeigt sich ein deutlich abgeflachtes Profil (Bild 4 unten) – die Spantiefe bei dieser Operation ist geringer, folglich atmet das Material weniger, die zuvor entstandene Einschnürung kann teilweise abgetragen werden. Wichtig ist: Die schwarze Profillinie muss innerhalb der Toleranz des Zieldurchmessers liegen, dann wird das Bauteil für die nächste Bearbeitungsstation als „in Ordnung“ klassifiziert und kann im Prozess verbleiben.

Ein zweites Praxisbeispiel, eine anspruchsvolle Hülse, findet sich in der Hydraulikeinheit eines Automatikgetriebes, das für einen hochwertigen Sportwagen entwickelt wurde. Die zu honende Bohrung hat einen Durchmesser von nur 6 mm und ist 57 mm lang. Die Besonderheit: Die Hülse hat zahlreiche Querbohrungen respektive Steueröffnungen für das Hydraulikmedium. Zudem ist sie auf einer Seite bis auf eine kleine Öffnung geschlossen. Für das Honwerkzeug liegt also eine Sacklochbohrung vor. Eine Herausforderung, denn der Freistich für den Überlauf ist mit rund 3 mm verhältnismäßig kurz, sodass der Umsteuerpunkt für das Werkzeug nur in einem sehr begrenzten Bereich eingestellt werden kann. Aufgrund von mehreren Querbohrungen entstehen zudem Unterschiede in der Wandstärke, was wiederum die elastische Verformung begünstigt.

Bei diesem Beispiel kommt vor allem der Vorteil der automatischen Kantenerkennung der Scanfunktion zum Tragen. Für eine Messung mit konventionellen Mitteln wäre eine genaue Positionierung des Werkstücks ein absolutes Muss und überdies sehr aufwendig. Da herkömmliche Messverfahren einen größeren Kantenabstand erfordern, ließen sich nur an wenigen Stellen der Bohrungswand überhaupt Durchmesserwerte ermitteln. Aussagen über die Maßhaltigkeit wären mehr oder weniger unzuverlässig. Das Diagramm mit dem Messwerteverlauf veranschaulicht demgegenüber, dass die Scanfunktion viele Messwerte und daher zuverlässige Ergebnisse liefert. ■



5 Dr.-Ing. Uwe Moos, Grundlagenentwicklung Hontechnologie bei der Kadia Produktion GmbH + Co. in Nürtingen ©Kadia