

Success Story

Auf dem Weg zur intelligenten Fertigung

Hartdrehen von Minganti: Kistler unterstützt automatisierte CNC-Bearbeitung mit integrierter Werkzeugüberwachung

Minganti Global AB, Spezialistin fürs Hartdrehen, und die Messtechnik-Experten von Kistler haben eine integrierte Werkzeugüberwachungslösung für die Werkzeugmaschinenreihe M2 von Minganti entwickelt. Die kombinierte Kraft- und Schwingungsmessung mit piezoelektrischen Sensoren ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Werkzeugverschleiß, höhere Teilequalität und – über einen direkt mit der Werkzeugmaschine verbundenen digitalen Ladungsverstärker – höhere Grade automatisierter CNC-Bearbeitung.

In den letzten Jahren hat das Hartdrehen als kostengünstige und flexible Alternative zum Schleifen an Bedeutung gewonnen. Das Hartdrehen ist ein Bearbeitungsverfahren, mit dem spezielle Werkstoffe – wie gehärtete Stähle oder Titanlegierungen mit Härtewerten über 45 HRC (Rockwell-Skala) – direkt auf einer Drehmaschine bearbeitet werden. Anstelle des Schleifens wird beim Hartdrehen Material mit geometrisch definierten Schneidkanten entfernt, meist mit Werkzeugen aus kubischem Bornitrid (CBN) oder Hochleistungskeramik. Das Verfahren wird insbesondere für rotationssymmetrische Teile wie Wellen, Zahnräder und Lagerkomponenten eingesetzt, bei denen hohe Maßgenauigkeit und herausragende Oberflächenqualität erforderlich sind.

Was das Hartdrehen besonders anspruchsvoll macht, ist die Kombination aus extremer Materialhärte, hohen Zerspankräften und erhöhten Temperaturen in der Schneidezzone. Das Hartdrehen ist zwar sehr produktiv, geht jedoch mit Herausforderungen hinsichtlich Standzeiten, Gewährleistung einer gleichbleibenden Teilequalität und Minimierung von Ausfallzeiten einher. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind fortschrittliche Lösungen zur Werkzeug- und Prozessüberwachung erforderlich, die vorausschauende Einsichten, Prozessstabilität und autonome Bearbeitung ermöglichen.

Minganti M2: vertikale Hartdrehmaschine als modulare Plattform

Minganti Global AB ist ein führender Hersteller von hochpräzisen Hartdreh- und Superfinishing-Werkzeugmaschinen mit Hauptsitz in Lidköping, Schweden. Das 1919 gegründete Unternehmen hat sich weltweit etabliert und über 700 Maschinen in mehr als 15 Ländern für anspruchsvolle Anwendungen im Bereich Hartdrehen, Superfinishing und kombinierte Prozesse installiert. Die Plattformen von Minganti werden im eigenen Haus entwickelt und sind keine Standardausführungen, sondern auf die Produktionsanforderungen der Kunden zugeschnitten,

wobei der Schwerpunkt auf Dimensionsstabilität, geringer Oberflächenrauheit und effizienter Materialabtragung bei gehärteten Stählen liegt.

In einer kürzlich geschlossenen Partnerschaft mit Kistler hat Minganti eine neue Maschinen- und Werkzeugüberwachungslösung für seine vertikalen Drehmaschinen der Reihe M2 entwickelt. M2 ist eine modulare Plattform von Minganti, die für das anspruchsvolle Präzisionsfinish von gehärteten Bauteilen mit engen Toleranzen und strengen Oberflächenanforderungen konzipiert wurde. M2 basiert auf linearen Antriebsachsen für schnelle Positionierung und präzisen Vorschub und kombiniert das automatische Be- und Entladen von Teilen mit einer intelligenten Überwachung von Kistler – entscheidend für kurze Zykluszeiten und hohe Qualität in Bezug auf Rundheit, Zylindrizität und Oberflächengüte bei Lagerringen, Getriebeteilen und ähnlichen Bauteilen.

Automatisierte CNC-Bearbeitung mit Sensorintegration

Herkömmliche Bearbeitungsverfahren leiden häufig unter ungeplanten Ausfallzeiten, überhöhten Werkzeugkosten und Qualitätsschwankungen. Die Bediener müssen sich auf ihre Erfahrung und manuelle Kontrollen verlassen, um Werkzeugverschleiß oder Maschinenprobleme zu erkennen, was die Produktivität einschränkt und eine vollständige Automatisierung verhindert. Die Ingenieure von Minganti suchten daher nach einer Lösung, um Werkzeugverschleiß und Prozessanomalien in Echtzeit zu erkennen. Eine integrierte Werkzeugüberwachung würde nicht nur eine gleichbleibende Teilequalität trotz anspruchsvoller Schnittbedingungen ermöglichen, sondern auch die Bearbeitungskosten pro Teil senken und gleichzeitig die Maschinenverfügbarkeit erhöhen. Nicht zuletzt unterstützt sie automatisierte CNC-Bearbeitungsprozesse und die Gesamtvision einer autonomen Produktion.

In Zusammenarbeit mit Kistler entschied sich Minganti, piezoelektrische Sensoren in die neue Reihe M2 seiner Hartdrehmaschinen zu integrieren: Der Kraftmessring 9102C von Kistler wird unter dem Revolverbolzen montiert (siehe Abbildung), um vertikale Schnittkräfte von bis zu 60 kN während der Bearbeitung zu erfassen. Dieser piezoelektrische Kraftsensor hat eine sehr niedrige Ansprechschwelle und eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Zur Schwingungsmessung sind zusätzlich zwei kleine und leichte Beschleunigungssensoren (8274A5) von Kistler in die Maschinenkonfiguration integriert: einer an der Spindel zur Erfassung des dynamischen Verhaltens und früher Anzeichen von Unwucht oder Rattern, der andere am Revolver zur Überwachung der Werkzeugschwingungen während der Bearbeitung.

Alle drei Sensoren erfassen kontinuierlich Daten, die digital über PROFINET übertragen werden. Der Anschluss an die Maschine erfolgt über den digitalen industriellen Ladungsverstärker 5074B von Kistler: Dieses universelle Gerät für piezoelektrische Sensorsignale ermöglicht eine

zuverlässige und präzise Erfassung dynamischer und quasistatischer Prozesse auf modernen SPS-Systemen – mit Zykluszeiten von bis zu 100 µs und Oversampling bis 50 kSps.

Integrierte Werkzeugüberwachung bietet mehrere Vorteile

Die neue integrierte Lösung zur Werkzeugverschleißüberwachung von Minganti und Kistler nutzt fortschrittliche Algorithmen und Prozess-Know-how, um Rohdaten in verwertbare Erkenntnisse zur Erkennung von Werkzeugverschleiß und für mehr Prozessstabilität umzuwandeln. Dank der hohen Empfindlichkeit der piezoelektrischen Sensoren können Zerspankräfte und Vibrationen sowohl an der Spindel als auch am Revolver gleichzeitig gemessen werden. Dies macht nicht nur den Prozess intelligenter, sondern verbessert auch die Wartung und verringert das Risiko ungeplanter Maschinenstillstände.

Je nach Werkzeugverschleiß kommt es zu einer deutlichen Veränderung der Zerspankräfte. Im Maschinenprogramm wurden relevante Grenzwerte definiert; wenn diese überschritten werden, ergreift die Maschine selbst die erforderlichen Maßnahmen – und ermöglicht so eine automatisierte CNC-Bearbeitung. Was die Teilequalität beim Hartdrehen betrifft, so ist die Normalkraft auf das bearbeitete Teil ein Indikator für die erzielte Profilgenauigkeit. Durch die Kontrolle der Abweichungen in den Kraftsignalen kann eine indirekte Bewertung der Profilgenauigkeit vorgenommen werden. Dies reduziert den Aufwand für zusätzliche Qualitätsprüfungen, die für Hersteller von Lagern mit hohen Kosten verbunden sein können.

Minganti und Kistler: erfolgreiche Partnerschaft bringt Hartdrehen voran

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das beschriebene M2-Werkzeugmaschinenprojekt zu einer robusten, intelligenten Bearbeitungslösung geführt hat, die das technische Know-how von Minganti mit der Messtechnik und dem datengestützten Prozesswissen von Kistler kombiniert. Zu den Vorteilen der Echtzeit-Werkzeugüberwachungslösung gehören reduzierte Bearbeitungskosten, verbesserte Teilequalität (engere Toleranzen und gleichmäßigere Oberflächenbeschaffenheit dank stabiler Prozesse), höhere Gesamtanlageneffektivität (OEE) und eine stärker automatisierte CNC-Bearbeitung mit weniger Bedienereingriffen.

Marcus Caldana, Präsident von Minganti Global AB, fasst zusammen: „Diese Erfolgsgeschichte ist ein wichtiger Meilenstein auf unserem Weg zu intelligenter Fertigung und industriellem IoT (Internet of Things). Durch die Verbindung von Maschinendesign und Sensorintelligenz wollen Minganti und Kistler neue Standards in der Automatisierung des Hartdrehens setzen.“

Bildmaterial (Abdruck honorarfrei unter Angabe der Bildquelle Kistler Gruppe)



M2-Serie von Minganti: Das neue Werkzeugmaschinenkonzept für das Hartdrehen umfasst eine Vertikaldrehmaschine mit integrierter Werkzeugüberwachung von Kistler.



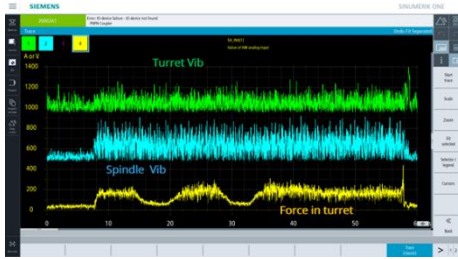
Kombinierte Schnittkraft- und Schwingungsmessung: Ein piezoelektrischer (PE) Kraftmessring 9102C und zwei PE-Beschleunigungssensoren 8274A5 von Kistler sind in die Bearbeitungsplattform Minganti M2 integriert.



Integrierte Werkzeugüberwachung: Der Kraftsensor 9102C (rechts) und ein Beschleunigungssensor 8274A5 sind auf dem Revolverkopf der vertikalen Drehmaschine M2 von Minganti angebracht.



Sensor für Hartdrehen: Der zweite Beschleunigungssensor 8274A5 von Kistler ist unter dem Spindelgehäuse montiert und über den digitalen Ladungsverstärker 5074A mit PROFINET an die Maschinensteuerung angeschlossen.



Automatisierte CNC-Bearbeitung: Schwingungskurven und Kraftsignale aus kontinuierlicher Echtzeitmessung mit Kistler, die autonome Maschinenaktionen auf Basis definierter Grenzwerte und Ereignisse ermöglichen.

Medienkontakt

Katarina Opatova
Marketing Project & Campaign Manager
Tel.: +4212 32272 903
E-Mail: katarina.opatova@kistler.com

Über die Kistler Gruppe

Kistler ist Weltmarktführer für dynamische Messtechnik zur Erfassung von Druck, Kraft, Drehmoment und Beschleunigung. Spitzentechnologien bilden die Basis der modularen Lösungen von Kistler. Als erfahrener Entwicklungspartner ermöglicht Kistler seinen Kunden in Industrie und Wissenschaft, Produkte und Prozesse zu optimieren und nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu schaffen. Das Schweizer Unternehmen prägt durch seine einzigartige Sensortechnologie zukünftige Innovationen in der Automobilentwicklung und Industrieautomation sowie zahlreichen aufstrebenden Branchen. Mit einem breiten Anwendungswissen und der absoluten Verpflichtung zu Qualität leistet Kistler einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung aktueller Megatrends. Dazu gehören Themen wie elektrifizierte Antriebstechnologie, autonomes Fahren, Emissionsreduktion und Industrie 4.0. Rund 2.000 Mitarbeitende an über 60 Standorten weltweit widmen sich der Entwicklung neuer Lösungen und bieten anwendungsspezifische Services vor Ort. Seit der Gründung 1959 wächst die Kistler Gruppe gemeinsam mit ihren Kunden und erzielte 2025 einen Umsatz von 424 Millionen Schweizer Franken. Rund 9 Prozent davon fließen zurück in Forschung und Technologie und damit in innovative Lösungen für die Kunden.