

Monitoring-System für eine indirekte In-Prozess-Überwachung des Werkzeugverschleißes

Zielstellung

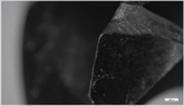
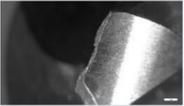
Vorgehen

Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer Methode für die zuverlässige Erkennung von Werkzeugverschleiß am Beispiel von HSS-Spiralbohrern mithilfe geeigneter Sensorik.

Faktorstufenplan:

Gegenstand der Arbeit ist die Bearbeitung von Stahl (16MnCr5) mit HSS-Bohrern (Durchmesser 8mm). Maßgebliche Stellgrößen für den Werkzeugverschleiß sind Schnittgeschwindigkeit und Vorschub. Neben neuen Bohrern (VZ0) werden drei weitere Verschleißzustände (VZ) betrachtet.

Steuergröße	1.1. Faktorstufe	2. Faktorstufe	3. Faktorstufe	4. Faktorstufe
f [mm/U]	0,1	0,15	0,2	-
v_c [m/min]	20	40	-	-
KSS [-]	WASCUT Coolcut A	-	-	-
Bohrerzustand [-]	Neu [VZ0]	Eckenabbruch [VZ1]	Adhäsivverschleiß (Aufbauschneide) [VZ2]	Starker Abrasivverschleiß [VZ3]
				

Versuchsaufbau und Durchführung:

Die Bohrprozessüberwachung wird mithilfe von AC-Stromsensoren, einem Dynamometer und drei Beschleunigungssensoren realisiert. Die Durchführung erfolgt in zwei Versuchsreihen. Im ersten Schritt werden die neuen Werkzeuge verwendet. Nach der Vorverarbeitung der gemessenen Daten, ist die Sensitivität des Systems mithilfe einer Varianzanalyse zu validieren. Versuchsreihe 2 beinhaltet die Bohrer der verschiedenen Verschleißzustände, deren Daten nach der Verarbeitung mittels Varianzanalyse mit denen der neuen Bohrer verglichen werden.

Versuchsauswertung:

Die erste durchgeführte Varianzanalyse veranschaulicht die geringe Sensitivität der AC-Stromsensoren im Hinblick auf die gewählten Schnittwerte. Die Auswertung der Messwerte des Dynamometers zeigt eine gute Korrelation des Drehmoments mit den VZ2 und VZ3. Lediglich der Eckenabbruch ist mittels Dynamometer nicht erkennbar. Bei den Beschleunigungssignalen bietet der spindelseitige Beschleunigungssensor die Möglichkeit der Bruchererkennung. Auf Basis des Schnittmoments und dessen Proportionalität zur Schnittleistung wird ein Verschleißüberwachungskonzept entwickelt, das die spezifische Schnittkraft nach Kienzle berücksichtigt.

Verschleißüberwachungskonzept:

Aus den Versuchsdaten wurde ein allgemeines Konzept entwickelt. Ziel ist es, den Facharbeiter mithilfe des Bedienfelds der Maschinensteuerung über den Werkzeugzustand zu informieren und somit einen rechtzeitigen Werkzeugwechsel bei kritischem Verschleiß oder Eckenabbruch anzuzeigen. Für die Erkennung des kritischen Verschleißzustands ist eine Grenze in der spezifischen Schnittkrafteerhöhung, die abhängig von der zu fertigenden Qualität ist, zu ermitteln (z.B. durch Lernen aus vorherigen Prozessen und KI). Während der Bearbeitung wird der Zustand des in der Maschine befindlichen Bohrwerkzeugs mithilfe der mittleren spezifischen Schnittkraft und der Effektivwerte der Beschleunigungssignale überwacht. Durch einen plötzlichen Abfall der spezifischen Schnittkraft ist der Bruch eines Werkzeugs detektierbar. Das Ansteigen des Effektivwerts des Beschleunigungssensors bei gleichbleibender spezifischer Schnittkraft ist der Indikator für einen möglicher Eckenabbruch. Sobald die berechnete Grenze der spezifischen Schnittkraft erreicht ist, wird die Maschine angehalten und der Maschinenbediener zum Werkzeugwechsel aufgefordert. Das erläuterte Konzept ist im rechts stehenden Flussdiagramm veranschaulicht.

