

Prozessentwicklung eines hochfrequenten Entgrat- und Verrundungsverfahrens

reproduzierbare Kantenverrundungen filigraner Präzisionsteile

Student



Ramon Mattle

Ziel der Arbeit: In hochpräzisen Fertigungsprozessen mit filigranen metallischen Bauteilen entstehen während der Herstellung scharfkantige Geometrien und mikroskopische Grate. Diese führen insbesondere in der Einlaufphase zu erhöhtem Verschleiss, potenziellen Beschädigungen und Qualitätseinbußen. Die Kantenverrundung entsteht heute durch Abrieb im Betrieb. Dies erfordert jedoch Zeit und erhöht die Produktionsverluste zu Beginn, was aus wirtschaftlicher Sicht nicht optimal ist.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Bewertung eines Verfahrens zur serienmässigen Kantenverrundung und Entgratung komplexer, filigraner Stahlkanten, die mit Taktfrequenzen von bis zu 120 Hz gefertigt werden. Dadurch soll eine sofortige Einsatzfähigkeit ohne einlaufbedingten Verschleiss erreicht werden. Im Fokus steht eine reproduzierbare, prozesssichere Lösung, die in bestehende Produktionsprozesse integrierbar ist und eine mikroskopische Verrundung im Bereich von etwa 0,02 bis 0,1 mm ermöglicht, ohne die Funktion oder die Materialeigenschaften signifikant zu beeinflussen.

Vorgehen / Technologien: Zu Beginn wurde der Stand der Technik analysiert und eine Vielzahl potenzieller Verfahren identifiziert. Betrachtet wurden thermische, chemische und elektrische Verfahren sowie mechanische Bearbeitungsmethoden und abrasive Strahlprozesse.

Die vielversprechendsten Ansätze wurden in Vorversuchen experimentell untersucht und in iterativen Testreihen hinsichtlich Wirksamkeit, Gleichmässigkeit, Prozessstabilität, Wirtschaftlichkeit und Integrationsfähigkeit bewertet. Dabei zeigte sich, dass einzelne Verfahren zwar grundsätzlich geeignet sind, jedoch entweder nicht die erforderliche Reproduzierbarkeit erreichen oder für einen kontinuierlichen industriellen Fertigungsprozess nur eingeschränkt tauglich sind. Auf dieser Basis wurde der Fokus schrittweise auf die geeignetste Technologie eingegrenzt.

Fazit: Die Untersuchungen zeigen, dass ein gerichtetes abrasives Strahlverfahren ein hohes Potenzial für die gleichmässige Verrundung und Glättung filigraner Kanten aufweist. Die erzielte Kantenverrundung ist anhand der mikroskopischen Aufnahme in Abb. 1 ersichtlich. Im Vergleich zu intensiv untersuchten thermischen Verfahren, die als Prozessschaubild in Abb. 2 & 3 exemplarisch dargestellt sind, sowie zu rein mechanischen Methoden zeichnet sich dieser Ansatz durch eine gute Reproduzierbarkeit, homogene Ergebnisse, wirtschaftlich vertretbare Mehrkosten und eine flexible Anpassbarkeit an unterschiedliche Bauteilgeometrien aus.

Im Rahmen der Arbeit konnte noch keine serienreife

Lösung realisiert werden, jedoch wurde ein klarer technischer Lösungsweg definiert. Durch eine weiterführende Optimierung der Prozessführung sowie den Aufbau eines Prototyps kann das Verfahren in einer nächsten Entwicklungsphase zur industriellen Einsatzreife weiterentwickelt werden. Die Arbeit liefert damit eine fundierte Grundlage für eine zukünftige Implementierung in den bestehenden Produktionsprozess.

Abb. 1: Erzielte Radiusverrundung
Eigene Darstellung

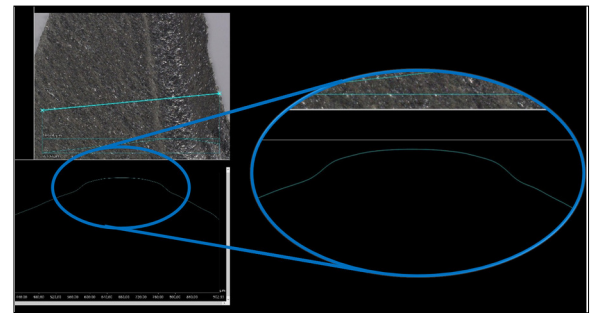


Abb. 2: Prozessschaubild Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme
Eigene Darstellung

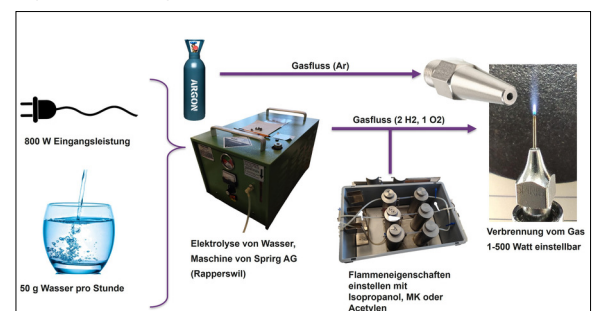


Abb. 3: Thermische Verrundung
Bildgenerierung: openai.com



Referent
Prof. Dr. Elmar Nestle

Themengebiet
Produktentwicklung,
Fertigungstechnik