

Einstellung lebensdauersteigernder Randschichtzustände durch Komplementärzerspanung

Adjustment of lifetime-increasing surface layer states by Complementary Machining

Bei der Herstellung hochbelasteter metallischer Bauteile beeinflussen die während der einzelnen Bearbeitungsprozesse wirkenden thermo-mechanischen Lastkollektive die Randschichtzustände wie Topographie, Eigenspannungen, Verfestigung oder Gefügeveränderungen. Durch diese Randschichtzustände werden die Bauteileigenschaften wie die Schwingfestigkeit unmittelbar beeinflusst, sodass sie gezielt eingestellt werden müssen. Dafür relevante Prozessschritte können neben dem formgebenden Zerspanungsprozess auch eine mechanische Oberflächenbehandlung am Ende der Prozesskette sein. Zur Reduzierung der notwendigen Prozessschritte wurden hybride Prozesse entwickelt, die eine mechanische Oberflächenbehandlung in vorhergehende Prozesse integrieren. Die Prozessstrategie Komplementärzerspanung kombiniert die Zerspanung und die mechanische Oberflächenbehandlung unter Verwendung des Zerspanungswerkzeugs. Dabei erfolgt nach der Zerspanung in entgegengesetzter Bearbeitungsrichtung die mechanische Oberflächenbehandlung. Mit der dabei eingebrachten plastischen Verformung können die Randschichtzustände gezielt beeinflusst werden.

In dieser Studie wird bei der Komplementärzerspanung der Einfluss der Prozessstellgrößen auf die resultierenden Bauteilzustände beim Außenlängsdrehen des Vergütungsstahls 42CrMo4 analysiert. Relevante Prozessstellgrößen sind bei dem Prozessschritt mechanische Oberflächenbehandlung neben der Bearbeitungsgeschwindigkeit auch die Schneidkantenmikrogeometrie und die Bearbeitungstiefe. Weiterhin kommt eine FE-Simulation zum Einsatz, um die wirkenden thermo-mechanischen Lastkollektive bei der Komplementärzerspanung analysieren zu können. Abschließend erfolgt eine auf Experimenten basierende Bewertung der Werkzeugstandzeit und des Einflusses der Bauteilzustände auf die Schwingfestigkeit.

In manufacturing of high-stressed metallic components, thermo-mechanical loads acting during the processes induce surface layer states like topography, residual stresses, work hardening, or microstructure. This surface layer states influence the performance like fatigue strength directly and have to be adjusted specifically to increase the components' lifetime. In addition to the machining process, a relevant process step can also be a mechanical surface treatment at the end of the process chain. In order to reduce the necessary process steps, hybrid processes have been developed that integrate mechanical surface treatment into prior processes. The process strategy Complementary Machining combines machining and mechanical surface treatment using the cutting tool. After machining, the mechanical surface treatment takes place in the opposite machining direction. The plastic deformation introduced in this way can be used to influence the surface layer states in a targeted manner.

In this work, the influence of the process parameters on the resulting surface layer states during external longitudinal turning of AISI 4140 Q+T is analyzed by Complementary Machining. In addition to the processing velocity, the relevant process parameters for the mechanical surface treatment are the cutting edge microgeometry and penetration depth. Furthermore, FE-simulations are used to understand the acting thermo-mechanical loads during Complementary Machining. Finally, the influence of the surface layer states on fatigue strength and tool life is analyzed by experiments.



Vortragender / Speaker

Michael Gerstenmeyer

wbk Institut für Produktionstechnik,
Karlsruher Institut für Technologie

Frederik Zanger, Volker Schulze
wbk Institut für Produktionstechnik,
Karlsruher Institut für Technologie