

Prozesse mit thermo-mechanischer Wirkung – Verfahren zur Endbearbeitung

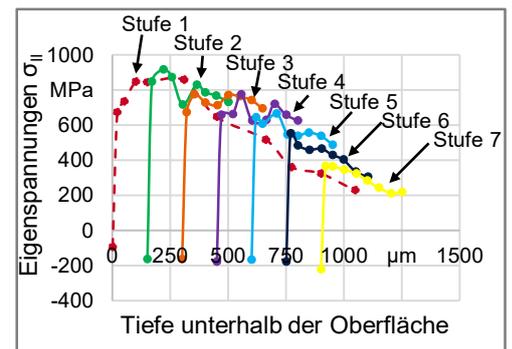
Teilprojekt F06 – Prof. Dr.-Ing. habil. Carsten Heinzel, Dr.-Ing. Daniel Meyer

Zielsetzung und Vorgehensweise

Die während des Schleifprozesses auftretenden Beanspruchungen setzen sich in Abhängigkeit der gewählten System- und Stellgrößen aus unterschiedlichen Intensitäten von thermischen und mechanischen Beanspruchungen zusammen. Die daraus resultierenden Werkstoffmodifikationen sind somit immer im Zusammenhang der kombiniert einsetzenden thermo-mechanischen Beanspruchungen zu betrachten. Um ein mechanismenbasiertes Verständnis über dieses Zusammenwirken zu erhalten, wird zusätzlich zu den Schleifprozessen die kombinierte Laser- und Festwalzbearbeitung untersucht. Mit diesem Analogieprozess sollen die Beanspruchung infolge der thermischen Last (durch die Laserbearbeitung) und die Beanspruchung infolge der mechanischen Last (durch die Festwalzbearbeitung) unabhängig voneinander variiert werden. Somit soll die gegenseitige Beeinflussung der thermischen und mechanischen Last untersucht und die daraus resultierende Werkstoffmodifikationen mit dieser in Zusammenhang gebracht werden und schließlich eine Prozesssignaturkomponente für thermo-mechanische Prozesse aufgestellt werden. Ein gezielter Fokus bei den schleiftechnischen Untersuchungen liegt zudem in der mehrstufigen Bearbeitung. In diesem Zusammenhang ist vor allem die Tiefenwirkung ein weiterer wichtiger Aspekt, der bei der Ausbreitung der Beanspruchungsfelder während des Schleifens untersucht werden soll.

Aktueller Kenntnisstand (Mai 2021)

Für das mehrstufige Schleifen von gehärtetem 42CrMo4 wurde der Schleifprozess in einer ersten Schleifstufe so ausgelegt, dass die Eigenspannungen unterhalb der Oberfläche signifikant beeinflusst wurden. Die Stufen 2-7 hatten keinen Einfluss auf die Eigenspannungen unterhalb der Oberfläche. Da die Tiefenprofile der Eigenspannungen nach den Stufen 2-7 dem Verlauf aus Stufe 1 folgten, kann angenommen werden, dass bei dieser anwendungsnahen Prozessführung eine für den Schleifprozess relevante Veränderung der Werkstoffeigenschaften in unterschiedlichen Werkstücktiefen in Folge der Werkstoffmodifikation nach der ersten Schleifstufe vorlag. Für das Schleifen und die kombinierte Laser- und Festwalzbearbeitung konnten zudem Prozesssignaturkomponenten aufgestellt werden, welche den maximalen Temperaturgradienten als Beanspruchung und die Oberflächeneigenspannungen als Modifikation verwenden.



Einfluss des mehrstufigen Schleifens auf den Eigenspannungstiefenverlauf

Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Die ermittelten Modifikationen nach den mehrstufigen Schleifprozessen sind ein Produkt des Beanspruchungskollektivs infolge der thermischen und mechanischen Last. Entscheidend für ein ganzheitliches Verständnis der Beanspruchungswirkung ist die Erkenntnis, in wie weit sich das Beanspruchungskollektiv bei Variation der mechanischen oder der thermischen Last ändert. Der zu diesem Zweck konzipierte Aufbau der kombinierten Laser- und Festwalzbearbeitung hat schon Erkenntnisse hervorgebracht, welche darauf schließen lassen, dass es einen optimalen Temperaturbereich gibt, welcher bei der Einstellung von Druckeigenspannungen positiv in der Randzone wirkt. Ein Schwerpunkt folgender Untersuchungen wird auch die Betrachtung der Tiefenwirkung von thermo-mechanischen Beanspruchungen und Modifikationen für mehrstufige thermo-mechanische Prozesse sein.

Veröffentlichungen

- [1] B. Kolkwitz, E. Kohls, C. Heinzel, E. Brinksmeier, "Correlations between Thermal Loads during Grind-Hardening and Material Modifications Using the Concept of Process Signatures", *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, vol. 2, no. 1, p. 20, <http://dx.doi.org/10.3390/jmmp2010020>.
- [2] E. Brinksmeier, D. Meyer, C. Heinzel, T. Lübken, J. Sölter, L. Langenhorst, F. Frerichs, J. Kämmler, E. Kohls, S. Kuschel, "Process Signatures - The Missing Link to Predict Surface Integrity in Machining", *Procedia CIRP*, vol. 71, 2018, pp. 3-10, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.05.006>.
- [3] E. Kohls, R. Zmich, C. Heinzel, D. Meyer, "Residual stress change in multistage grinding", *Procedia CIRP*, vol. 87, 2020, pp. 186-191, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.068>.
- [4] C. Heinzel, J. Heinzel, N. Guba, T. Hüsemann "Comprehensive analysis of the thermal impact and its depth effect in grinding", *CIRP Annals*, vol. 70-1, 2021.