

Energiebasierte Prozessanalyse für charakteristische Prozesssignaturen

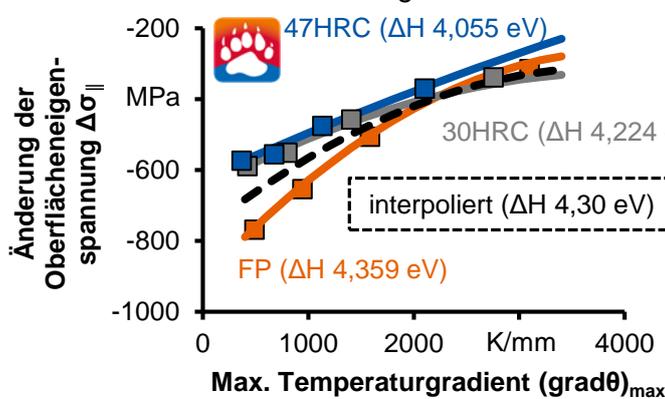
Teilprojekt M01 – Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h.c. Dr. h.c. Dr. h.c. Bernhard Karpuschewski, Dr. Ing. Thomas Lübben, Dr.-Ing. Jens Sölter

Zielsetzung und Vorgehensweise

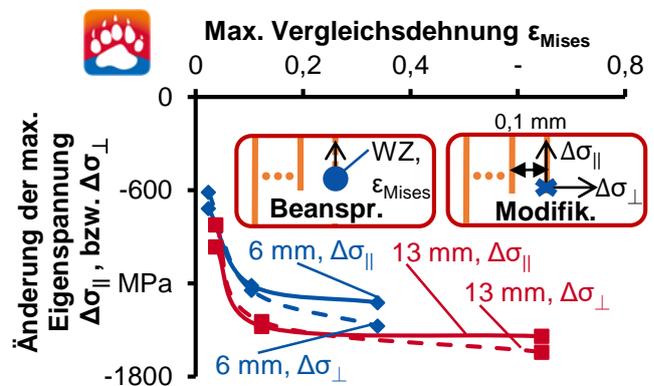
Die zentrale Aufgabe von M01 ist es, als Impulsgeber Ansätze für Prozesssignaturen (PS) zu formulieren, die Werkstoffmodifikationen und -beanspruchungen für unterschiedliche fertigungstechnische Prozesse miteinander verknüpfen. Das Teilprojekt arbeitet mit numerischen Methoden, um Beanspruchungsgrößen und Modifikationen zu ermitteln, die experimentell nur schwer zugänglich sind. Aktuell werden die bereits entwickelten PS für ferritisch-perlitische Eingangszustände für einmalige Beanspruchungen mit einer Wirkung dahingehend weiterentwickelt, dass sie auch Modifikationen für unterschiedliche Eingangszustände mit mehrfachen Beanspruchungen und mehreren Wirkungen berücksichtigen.

Aktueller Kenntnisstand (Mai 2021)

Bislang wurden Prozesse mit vorwiegend mechanischer [1] sowie vorwiegend thermischer Beanspruchung [2,3] auf quantitative Zusammenhänge zwischen Werkstoffbeanspruchungen und -modifikationen und ein erweitertes Mechanismenverständnis hin untersucht. Um die Anwendbarkeit von PS für ein möglichst breites Spektrum von Prozessen zu prüfen, werden für thermischen Prozesse unterschiedliche Eingangsgefüge betrachtet. Das Bild links zeigt exemplarisch die Prozesssignaturkomponente (PSK) „Änderung der Oberflächeneigenspannung in Abhängigkeit des maximal auftretenden Temperaturgradienten“. Sie hängt bei gleicher Abschreckung von der Aktivierungsenthalpie ΔH der Austenitisierung ab. Auf der Seite von mechanischen Prozessen wird das Festwalzen betrachtet. Hierfür hat sich eine nach von-Mises berechnete Vergleichsdehnung als geeignete Beanspruchungsbeschreibung herausgestellt. Das Bild rechts zeigt exemplarisch eine PSK für die 15. Bahn einer flächenhaften Bearbeitung.



PSK „Änderung der Oberflächeneigenspannung als Funktion des maximalen Temperaturgradienten während der Erwärmung“ (simulierte Ergebnisse)



PSK „Änderung der maximalen Eigenspannung als Funktion der maximalen Vergleichsdehnung während der Bearbeitung“ (simulierte Ergebnisse)

Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Prozessketten sind prinzipiell Formen von Mehrfachbeanspruchungen. Hierfür werden die Prozessketten Härten/Anlassen, gefolgt von den Prozessen Fräsen (F08) und Festwalzen (F01), bzw. Laserhärten (F07) untersucht. Um sich der Beschreibung von Prozessen mit thermo-mechanischer Wirkung zu nähern, insbesondere dem Schleifen (F06), wird aktuell die kombinierte Laser-Festwalz-Bearbeitung betrachtet. Aktuell wird zudem geprüft ob die PSK beim mehrfachen Festwalzen auch werkzeugunabhängig formuliert werden können. Hierzu wird deren und die Entwicklung der Beanspruchung in Form der Vergleichsdehnung während der Bearbeitung analysiert.

[1] Kinner-Becker, T.; Sölter, J.; Karpuschewski, B.: A simulation-based analysis of internal material loads and material modifications in multi-step deep rolling. Procedia CIRP 87 (2020), 515–520. 10.1016/j.procir.2020.02.060.

[2] Frerichs, F.; Lübben, T.: Influence of initial microstructure on manufacturing processes with thermal loads accompanied by hardening. Procedia CIRP 87 (2020), 521-526. 10.1016/j.procir.2020.02.075.

[3] Frerichs, F.; Lu, Y.; Lübben, Th.; Radel, T.: Process Signature for Laser hardening. Metals, 11, 465, (2021), 10.3390/met11030465.