

Untersuchungen zur intrinsischen Wärmebehandlung bei der Additiven Fertigung des Stahls X40CrMoV5-1

Examinations of the intrinsic heat treatment during additive manufacturing of the steel X38CrMoV-1

Die Additive Fertigung metallischer Bauteile ist gekennzeichnet durch die Einbringung hoher, lokal beschränkter Energien, die zur Aufschmelzung des metallischen Pulvers dienen. Durch den Wärmeabfluss in das Bauteil kühlen die aufgeschmolzenen Bereiche sehr schnell wieder ab. Das Aufbringen weiterer Lagen ergibt ein zyklisches Erwärmen und Wiederabkühlen während der Additiven Fertigung, das als intrinsische Wärmebehandlung bezeichnet wird. Bei hochfesten Stählen kann die intrinsische Wärmebehandlung zu mehrfacher Martensitbildung und Wiederaustenitieren oder wiederholtem Hochanlassen des Martensits führen. Im Bauteil kann daraus eine sehr inhomogene Gefüge- und Härteverteilung resultieren.

Additiv gefertigte Bauteile aus dem Warmarbeitsstahl X40CrMoV5-1 wurden mit dem Ziel, die Vorgänge bei der intrinsischen Wärmebehandlung zu beschreiben, untersucht. Das additive Fertigungsverfahren, mit dem die Bauteile hergestellt wurden, war das Laser-Pulverauftragsschweißen. Anschließend erfolgte eine umfangreiche metallographische und röntgenographische Charakterisierung der Bauteile. Um die intrinsische Wärmebehandlung gezielt abbilden zu können, wurden Dilatometerproben additiv gefertigt. Diesen Proben wurden dann gezielt Zeit-Temperaturverläufe aufgeprägt und die Dilatometerproben metallographisch untersucht. Ein Schwerpunkt lag in der Untersuchung von Kurzzeitanlassversuchen. Zusätzlich wurden exemplarisch konventionelle Wärmebehandlungen durchgeführt.

Die heutige Einstellung der Parameter zur Additiven Fertigung hat vor allem das Ziel des Aufbaus des Bauteils bei Porenfreiheit. Das Fernziel ist die zusätzliche, gezielte Darstellung eines optimierten Gefüges, wobei auch eine nachfolgende (extrinsische) Wärmebehandlung denkbar ist.

The additive manufacturing of metallic parts is characterized by the input of high, localized energy for melting of the metallic powder. The melted regions are cooled down very fast due to the heat flux. The build-up of further layers leads to a cyclic heating and cooling. This cyclic heating and cooling during the additive manufacturing is called intrinsic heat treatment. For high-strength steels the intrinsic heat treatment can lead to multiple martensite formation and re-austenization or to multiple tempering of martensite. This can result in an inhomogeneous microstructure and hardness distribution.

Additive manufactured workpieces of the hot-working steel X38CrMoV5-1 were characterized with the aim of clarifying the intrinsic heat treatment. The workpieces were manufactured by laser power cladding and characterized by metallography and X-ray analysis. For research of the intrinsic heat treatment, dilatometer specimens were manufactured additively. Specific heat treatments focusing on short-time tempering effects were applied on these specimens. Afterwards, the specimens were characterized by metallography. Exemplarily, a conventional heat treatment was applied.

The present-day adjustment of the parameters of the additive manufacturing is aiming at a nonporous build-up of the workpieces. A long-time objective is the additional adjustment of an optimized microstructure. This can include a subsequent (extrinsic) heat treatment.



Vortragender / Speaker

Martin Hunkel

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte
Technologien – IWT Bremen

Juan Dong, Leibniz-Institut für Werkstofforientierte
Technologien – IWT Bremen

Annika Bohlen, Bremer Institut für angewandte
Strahltechnik (BIAS), Bremen