

Eigenstressbeeinflussung durch Vorwärmen oder Vorspannen beim induktiven Randschichthärtens

Influencing residual stress due to preheating or mechanical straining before induction surface hardening

Die in induktiv randschichtgehärteten Bauteilen vorliegenden Druckeigenstressungen tragen wesentlich zur Lebensdauer bei. Um sie am Bauteilrand über das bisher Machbare hinaus zu steigern, wird das Bauteil vor dem Randschichthärtens gedehnt. Die Vordehnung kann durch zwei unterschiedliche Methoden erfolgen. Massive Bauteile können durch eine Vorwärmung quasi-isotrop vorgedehnt werden, während dünnwandige Werkstücke auch mechanisch in eine Richtung vorgespannt werden können. Nach dem Randschichthärtens wird die Dehnung zurückgenommen, wodurch die Druckeigenstressungen in der gehärteten Zone erhöht werden. Als Proben wurden Scheiben aus dem Vergütungsstahl 42CrMo4 eingesetzt. Parameterfelder und Grenzen für die genannten Vorgehensweisen konnten ermittelt werden. An Scheiben der Abmessung $\varnothing 120 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ ergab sich eine Steigerung der tangentialen Druckeigenstressungen von knapp 100 MPa pro 100 K Vorwärmung, mit leicht abnehmender Tendenz bei höherer Vorwärmtemperatur. Auf die axialen Eigenstressungen zeigt sich keine einheitliche Wirkung. Mit der mechanischen Vorspannung von dünnwandigen Ringen konnten Steigerungen der tangentialen Druckeigenstressungen von bis zu 150 MPa pro Promille elastischer Dehnung erreicht werden. Axiale Druckeigenstressungen nehmen dabei ab. Die mechanische Dehnung ist vorsichtig anzuwenden, da sie bei geringer Wandstärke und einer zu starken Erwärmung im nicht gehärteten Bereich mit einer plastischen Verformung des gesamten Bauteils verbunden sein kann. Vorauslegungen mit Hilfe numerischer Berechnungsverfahren in Verbindung mit experimenteller Verifikation machen es möglich, die Wirkung der Dehnungsmethoden auf die Randeigenstressungen abzuschätzen. Beide Ansätze sind grundsätzlich für Bauteile ab ca. 50 mm Durchmesser mit größerem Erfolg anwendbar.

Compressive stresses in the near-surface region of induction surface hardened components contribute significantly to their service life. In order to further increase residual stress, the component will be expanded prior to induction hardening. After surface hardening the prior expansion is released, whereby the residual compressive stresses in the hardened zone are shifted to higher levels. Two pre-stretching methods, quasi-isotropic lattice expansion by preheating and mechanical straining in one direction, are suitable for different component dimensions (the former for solid components, and the latter for components with a high ratio of surface area to volume). The samples in the form of disks or rings were made of 42CrMo4 (AISI 4140) steel. Process windows for the afore mentioned pre-stretching and induction hardening could be determined. For disks of 120 mm diameter and 20 mm thickness, preheating leads to an increase in tangential compressive stress of almost 100 MPa per 100 K. This value slightly decreases at higher preheating temperature. The axial residual stresses are not changed significantly. The mechanical straining of rings allows the increase of tangential residual compressive stresses up to 150 MPa per mill of pre-strain. Simultaneously axial compressive residual stresses slightly decrease. The mechanical straining has to be used carefully, as it can result in plastic deformation of the entire component, when having a small wall thickness and when excessive heating in the non-hardened area occurs. Based on simulation and experimental verification, it is possible to estimate the effect of the pre-stretching methods on the residual stresses. Both methods are generally applicable for components with a diameter above 50 mm.



Vortragender / Speaker

Alwin Schulz

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte
Technologien – IWT Bremen

Chengsong Cui, Dawid Nadolski

Hans-Werner Zoch

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte
Technologien – IWT Bremen

Christian Krause, EMAG eldec Induction GmbH