

Forschungsberichte aus der Stiftung Institut für Werkstofftechnik
Bremen

Band 39

Carmen Acht

**Untersuchung des Einflusses von Geometrie
und Prozessparametern auf den Verzug
einsatzgehärteter Scheiben aus 20MnCr5
durch Experiment und Simulation**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6671-4

ISSN 1437-7659

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Mit der Einsatzhärtung kann die Beanspruchbarkeit und Funktionssicherheit hoch beanspruchter Stahlkomponenten gesteigert werden. Der Wärmebehandlungsprozess führt allerdings in der Regel auch zu unerwünschten Maß- und Formänderungen, die nicht sicher oder nur mit hohem Aufwand beherrscht oder vorhergesagt werden können. Diese unerwünschten Maß- und Formänderungen können zu erheblichen Kosten durch Nacharbeit oder Ausschuss führen. Zur Verringerung dieser Kosten ist es notwendig, die Einflussfaktoren auf den Verzug so genau wie möglich zu charakterisieren.

Durch Wärmebehandlungsexperimente mit geeigneter Parametervariation können Einflussgrößen auf das Maß- und Formänderungsverhalten identifiziert werden. Ist die experimentelle Stichprobe ausreichend groß, so können mit Hilfe experimenteller Versuchspläne statistisch fundierte Analysen dahingehend gemacht werden, ob bestimmte Einflussfaktoren einen signifikanten Effekt auf das Verzugverhalten haben oder nicht. Weiterhin können mit Hilfe entsprechender Koordinatenmessungen Maß- und Formänderungen visualisiert werden. Durch die Experimente können aber in der Regel nur die Endzustände der Maß- und Formänderungen der Bauteile und die zurückbleibenden Eigenspannungsverteilungen erfasst werden.

Will man hingegen etwas über die während des Wärmebehandlungsprozesses ablaufenden Mechanismen erfahren, die durch sich zeitlich ändernde Temperatur-, Gefüge- Spannungs- und Dehnungshistorien ausgelöst werden, so bieten sich hier numerische Verfahren, wie z. B. die Finite-Elemente-Methode, als Werkzeug hervorragend an. Dabei können zum einen die den Verzug auslösenden Spannungen und Dehnungen und die zugehörigen Temperatur- und Gefügeverläufe zu jedem Zeitschritt der Wärmebehandlung und an jedem Ort des Bauteils beobachtet und analysiert werden. Weiterhin können aber auch Parametervariationen in einer Anzahl durchgeführt werden, die den Rahmen jeglichen experimentellen Aufwandes sprengen würde.

Auch wenn die Simulation durch immer leistungsfähigere Rechner und einen immer höheren Kenntnisstand in den letzten Jahren mehr und mehr an Bedeutung gewonnen hat, so ist es doch oft noch schwer, exakte Verzugsvorhersagen treffen zu können, da die notwendigen Eingabeparameter wie die temperatur-, legierungs- und gefügeabhängigen Werkstoffkennwerte und verfahrenstypische Kennwerte (wie z. B. die Temperaturverteilungen im Ofen oder der Wärmeübergangskoeffizient vom Abschreckmedium zum Bauteil) nicht ausreichend genau bekannt sind.

In dieser Arbeit soll daher zunächst eine breite experimentelle Grundlage vorgestellt werden, die einige wesentliche Einflussfaktoren auf das Verzugverhalten einsatzgehärteter Bauteile untersucht. In einem zweiten Teil sollen die Ergebnisse aus der Wärmebehandlungssimulation dazu dienen, die werkstoffkundlich ablaufenden Vorgänge während des Einsatzhärtens zu verstehen und Begründungen für bestimmte Verzugverhalten zu liefern. Weiterhin sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie man mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode eine statistisch fundierte, systematische Parametervariation durchführen kann.