

Ursachen und Möglichkeiten zur Minimierung der Alterungsvorgänge bei Zinkdruckgusslegierungen

Forschungsstelle: 1) Hochschule Aalen und 2) Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen

Laufzeit: 2007 bis 2009

Ergebnisse:

Die mechanischen Werkstoffkennwerte von Zink-Druckgusslegierungen nehmen unter den Druckgusslegierungen eine Spitzenposition ein. Die niedrige Schmelztemperatur von ca. 385 °C ermöglicht bei der Druckgussfertigung höchste Produktivität, und die Standzeiten der Druckgießwerkzeuge überschreiten die Millionengrenze. Zink entfaltet besonders in dünnwandigen Konstruktionen bis zu 0,5 mm beste mechanische Eigenschaften.

Die niedrige Liquidustemperatur von 385 °C hat drei Phänomene zur Folge:

- Alterung d.h. Festigkeitsabfall im Laufe der Zeit
- Maßänderungen bis -0,2 % im Laufe der Zeit
- Kriechverformung unter Spannungseinfluss.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass alle drei Phänomene thermisch aktivierte Prozesse sind, deren Temperaturabhängigkeit sich durch einen Arrhenius-Ansatz beschreiben lassen. Die Aktivierungsenergien sind für die 3 Phänomene jedoch unterschiedlich. Für die Alterung beträgt die Aktivierungsenergie bei der Legierung ZP0410 ca. 67 kJ/mol und für die Kriechvorgänge ca. 94 kJ/mol. Bei den Zinklegierungen liegt

die Löslichkeit des Aluminiums bei Raumtemperatur bei 0,05 Gew.-%. Das Aluminium verhindert den Lösungsangriff des Eisens im Tiegel, in der Gießgarnitur sowie im Druckgießwerkzeug.

Die Alterung ist ein Diffusionsvorgang, der durch die abnehmende Löslichkeit, bei der Legierung Z410 von Aluminium und Kupfer, verursacht wird und wie alle Diffusionsvorgänge einem starken Temperatureinfluss unterliegen. Aluminium entmischt sich fast vollständig und kristallisiert in ein kubisch-flächenzentriertes Gitter um, das zu den Maßänderungen aufgrund des geringen Gitterabstandes führt.

Das Kupfer erhöht die Löslichkeit des Aluminiums und verbessert grundsätzlich die mechanischen Eigenschaften. Aufgrund der ebenfalls geringen Löslichkeit von Kupfer in Zink diffundiert auch Kupfer in Form einer Entmischung. Die Auswertung der bislang vorhandenen Daten (natürliche Alterung bis zu einem Jahr) zeigt eine Abnahme der Zugfestigkeit und der Dehngrenze bei der Legierung Z410 um ca. 16 %, wobei alle Einflüsse der Herstellparameter erhalten bleiben. Die Wanddicke übt in diesem Zusammenhang den stärksten Einfluss aus. Die Einflüsse von Strömungsgeschwindigkeit und Werkzeugtempe-

ratur verändern die Festigkeitswerte lediglich um 3 bis 4 % im Rahmen der im Projekt gewählten Einstellungen. Mit einer künstlichen Alterung bei 105°C über 24 Stunden sind alle Prozesse, die die mechanischen Eigenschaften beeinflussen, abgeschlossen; der Werkstoff ist damit stabil. Für eine Stabilisierung der Bauteilmaße sind ca. 10 h ausreichend.

Das Kriechverhalten ist ein Selbstdiffusionsprozess, der für alle technisch relevanten Anwendungen von Zink-Druckguss mit dem Diffusionskriechen beschrieben wird. Die Herstellparameter haben nur einen geringen Einfluss auf die Kriechgeschwindigkeit. Eine Überalterung des Werkstoffs durch eine Wärmebehandlung bei 150°C über 15 Stunden erhöht die Kriechgeschwindigkeit auf den vier- bis fünffachen Wert.

Der vollständige Schlussbericht liegt vor und kann schriftlich angefordert werden bei der

Forschungsvereinigung Gießereitechnik e.V.
Sohnstraße 70
40237 Düsseldorf

Fax: 0211 / 6871-364

Mail: Ingeborg.Klein@bdguss.de