

Entwicklung und Integration von Beurteilungskriterien zur Qualitätssicherung und Bauteilberechnung unter Berücksichtigung von Poren und nichtmetallischen Verunreinigungen auf die Schwingfestigkeit von Aluminium-Gusslegierungen

Forschungsstellen: IfG Institut für Gießereitechnik gGmbH, Düsseldorf
Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik, Darmstadt

Laufzeit: 2008 bis 2011

Ergebnisse:

Porositäten und nichtmetallische Verunreinigungen stellen eine häufige Fehlerart bei Gussteilen aus Aluminium-Legierungen dar. Diese inneren Defekte reduzieren die Schwingfestigkeit und Duktilität von Al-Gussteilen. Sofern das Auftreten von Defekten im Fertigungsprozess nicht vermieden werden kann, müssen die Sicherheitsbeiwerte bei der Auslegung erhöht werden, welches typischerweise zu einer Gewichtserhöhung führt.

Um Aluminiumgussteilen in Konkurrenz mit anderen Leichtbaukonstruktionen einen dauerhaften Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, sind Materialeinsparungen durch dünnere Bauteilquerschnitte und die Gewährleistung der mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit von Werkstoff, Gefüge und dem Reinheitsgrad des Werkstoffs notwendig. Wenn die Auswirkungen von Porositäten und nichtmetallischen Einschlüssen auf die Bauteileigenschaften örtlich quantifiziert werden, wäre eine Absenkung der Sicherheitsfaktoren für Gusskonstruktionen und somit eine Reduzierung der Bauteilgewichte möglich. Damit verbunden wäre auch eine Ausschusssenkung in der Gießerei.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeiten wurden in Probekörpern unterschiedliche Defektausprägungen in Form von Porositäten synthetisch hergestellt. Der Einfluss der Porosität auf die Schwingfestigkeit hängt stark von der Größe, der Form und dem Abstand der Porosität zur Oberfläche ab. Daher zeigte sich die Sortierung der Proben allein nach dem Porenvolumengehalt als nicht hinreichend, um sinnvoll vergleichbare Proben in einer Versuchsreihe untersuchen zu können. Infolge ergab sich keine signifikante Abhängigkeit der Schwingfestigkeit vom Porenvolumengehalt.

Des Weiteren ist kein Einfluss der beiden eingesetzten Gießverfahren Niederdruck- und -Schwerkraftkokillenguss feststellbar. Das erarbeitete parametrisierte Bewertungsmodell erfasst die wesentlichen spannungsmechanischen Ursachen des Einflusses von Porositäten auf die Schwingfestigkeit realitätsnah, welches durch eine sehr gute Übereinstimmung von Versuch und Berechnung belegt werden kann. Infolge bedeutet dies im Umkehrschluss, dass den gießtechnischen Ursachen von Porositäten nur insofern

eine Bedeutung zukommt, insoweit sie die Lage, die Gestalt und die Größe der Porosität beeinflussen.

Die Legierung EN AC- AlSi8Cu3 / T5 zeigt ein besonders sprödes Bruchverhalten. Dagegen zeigt die Legierung EN AC- AlSi7Mg0.3 ein deutlich duktileres Bruchverhalten. Der Einfluss von nichtmetallischen Verunreinigungen auf die Schwingfestigkeit konnte im Projekt nicht untersucht werden, da ein reproduzierbares Einbringen von Oxiden in eine Schmelze, bei gleichzeitigem geringem Wasserstoffgehalt, nicht möglich war.

Die durch das Projekt bereitgestellte Methode zur Bewertung des Einflusses von Porositäten in Aluminiumguss auf die Le-

bensdauer konnte erfolgreich erarbeitet werden. Auf Basis von CT Daten konnten Lebensdauern von gesondert abgegesenen Proben und Proben aus Bauteilen erfolgreich berechnet werden. Die Methode ermöglicht eine Lebensdauerberechnung auf Basis einer Strukturspannung aus einer konventionellen Finite-Element Analyse und benötigt keinerlei Finite-Element Simulation der porenbehafteten Struktur. Sowohl die lokale Spannungsmechanik als auch die Stützwirkung für die Lebensdauerberechnung konnten erfolgreich durch parametrisierte Modelle erfasst werden. Die erarbeitete Methode bahnt den Weg in eine quantitative Bewertung der Lebensdauer von Strukturen aus Aluminiumgusswerkstoffen auf Basis von Daten aus der zerstörungsfreien Prüfung.

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