

Berichte aus der Werkstofftechnik
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Christina Berger

Band 2/2004

Uwe Arz

**Beitrag zur Ermittlung der Beanspruchbarkeit
von Schrauben aus Aluminium-Legierungen**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2004

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2729-6

ISSN 1617-3805

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Der zunehmende Einsatz von Leichtmetallen wie Aluminium- und Magnesiumlegierungen im Maschinen- und Fahrzeugbau wirft bei der herkömmlichen Verschraubung mit hochfesten Schrauben aus niedriglegierten Vergütungsstählen erhebliche Probleme auf. So müssen zur Wahrung des „Konstruktionsprinzips“ im Vergleich zu reinen Stahl-Paarungen deutlich höhere Einschraubtiefen vorgesehen werden, was das Gewichtseinsparpotential deutlich verringert. Die Mindesteinschraubtiefen von Schrauben aus Aluminiumlegierungen in Leichtmetallpartner wurden ermittelt.

Für die konstruktive Auslegung von Schrauben müssen die mechanischen Kennwerte bekannt sein. Zu diesem Zweck wurden die Werkstoff und Bauteileigenschaften unter rein axialer und reiner Schubbeanspruchung ermittelt.

Weiterhin weisen Stahl und Leichtmetalle wie beispielsweise Aluminium- und Magnesiumlegierungen unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, was bei einer Temperaturbeanspruchung der Bauteile zu einer rechnerischen Erhöhung der Montagevorspannkraft führt. Dadurch können im Betrieb unter ungünstigen Umständen die Grenzflächenpressung der verspannten Teile überschritten werden. Für die Praxis wurden daher Grenzflächenpressungswerte für die häufig im Fahrzeugbau eingesetzten Leichtmetalllegierungen GD AlSi9Cu3, GD AZ91, GD AM50 und GD AS21 bei Raumtemperatur sowie mäßig erhöhten Temperaturen (120 °C und 150 °C) ermittelt. Durch Überschreiten der Grenzflächenpressung und/oder bei auftretenden Relaxationsvorgängen kann die Vorspannkraft einer Schraubenverbindung die erforderliche Mindestklemmkraft unterschreiten.

Da die Mehrzahl der Schraubenverbindungen im Betrieb eine exzentrische Belastung erfahren, kann es dadurch zu einem Klaffen der Verbindung kommen, wodurch die Schraubenzusatzkräfte überproportional anwachsen und der Ermüdungsbruch vorprogrammiert ist. Für die konstruktive Auslegung von Aluminiumschrauben wurden daher die Dauerfestigkeitseigenschaften ermittelt.

Die Substitution von Stahlschrauben durch hochfeste Schrauben aus Aluminiumlegierungen kann einen Großteil der genannten Probleme verringern oder gar vermeiden helfen. So bewirken die geringeren Mindesteinschraubtiefen eine Material- und Gewichtseinsparung die durch das geringere Gewicht der Aluminiumschrauben noch verstärkt wird. Im Vergleich zu Stahl sind rechnerisch die thermischen Zusatzkräfte von Aluminiumschrauben in Kombination mit Magnesium wesentlich geringer und in Kombination mit Aluminium gleich Null.

Für den Verschraubungsfall von verspannten Leichtmetallsystemen wurden Relaxationsversuche mit Aluminiumschrauben aus 4 verschiedenen Legierungen durchgeführt und bewertet. Dabei eignen sich die Legierungen EN AW 6056 und EN AW 6013 unter den angegebenen Bedingungen am besten für das Verspannen von temperaturbeanspruchten Leichtmetallverbindungen.

Aufgrund der größeren Nachgiebigkeit von Aluminium im Vergleich zu Stahl wirken auf ein verspanntes System bei gleichen Steifigkeiten der verspannten Teile geringere Schraubenzusatzkräfte. Die Verringerung der Schraubenzusatzkraft fällt in der Regel allerdings nicht so groß aus, dass sich damit die geringere Dauerhaltbarkeit von Aluminiumschrauben ausgleichen würde. Bei der Verwendung von Schrauben aus Aluminiumlegierungen muss dies bei der Auslegung beachtet werden.