

Fügen von Rohren durch elektromagnetische Umformung – Magnetpulsschweißen

Jörn Lueg-Althoff

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 104

Shaker Verlag

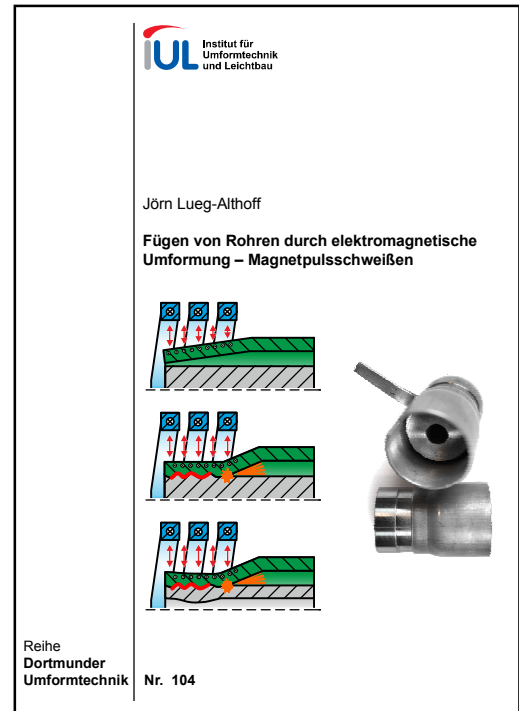
ISBN: 978-3-8440-6558-9

Sprache: Deutsch

Zusammenfassung

Um einen effizienten und wirtschaftlichen Ressourceneinsatz zu gewährleisten, sollte in der Fertigungstechnik für jede Anwendung der ideale Werkstoff ausgewählt werden. Da die meisten technischen Strukturen aus mehr als einer Komponente bestehen, stellt sich die Herausforderung, ungleiche Materialien durch geeignete Füge Technologien zu verbinden. Kollisionsschweißverfahren wie das Magnetpulsschweißen (MPW) können eine Alternative zu herkömmlichen Schmelzschweißverfahren sein. Beim MPW entstehen Schweißnähte durch eine Hochgeschwindigkeitskollision ohne übermäßige Erwärmung der Fügepartner. Der verstärkte Einsatz von Nichteisenmetallen mit hoher elektrischer Leitfähigkeit, die für den Einsatz des MPW prädestiniert sind, eröffnet neue Anwendungsgebiete. Verbesserungen in der Anlagen- und Werkzeugtechnik sowie erweiterte Möglichkeiten der Messtechnik und der numerischen Prozessanalyse unterstützen diese Entwicklung. Die meisten der in der Literatur vorgestellten Studien beziehen sich auf eine Erweiterung des Spektrums der schweißbaren Werkstoffe und Geometrien. Die Prozessfenster bleiben in der Regel auf Parameterebene und betonen die Ähnlichkeit des Prozesses mit dem Explosionsschweißen. Es gibt jedoch prozessbedingte Besonderheiten bei der Anwendung von gepulsten Magnetfeldern, die bei der Untersuchung des MPW berücksichtigt werden sollten. Ziel dieser Arbeit ist die Analyse des MPW von Rohren mittels elektromagnetischer Kompression aus umformtechnischer Sicht. Dies umfasst eine Untersuchung der sequenziellen Prozessstufen „freie Kompression“ und „Kollision“. Bei der freien elektromagnetischen Kompression von Aluminiumrohren können Falten entstehen, die sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den MPW-Prozess haben können. Die Faltenbildung wird durch elektrische, mechanische und geometrische Eigenschaften des Aufbaus bestimmt. Es werden analytische Gleichungen abgeleitet, die eine schnelle Prozessanalyse und -anpassung ermöglichen.

Die Kollisionsbedingungen eines dünnwandigen Aluminium-Flyerteils mit einem Stahlzylinder sind durch die radialen und axialen Geschwindigkeitskomponenten und den Kollisionswinkel gekennzeichnet. Unterschiede zwischen verschiedenen MPW-Aufbauten werden aufgedeckt und auf Unterschiede in den Schwingkreisen verschiedener Puls generatoren zurückgeführt. Bei niedrigen Entladefrequenzen sind geringere radiale Aufprallgeschwindigkeiten ausreichend für eine fehlerfreie Schweißnaht. Die Berücksichtigung des Aufpralldrucks und des magnetischen Drucks ermöglicht den Vergleich verschiedener Versuchsaufbauten sowie eine gezielte Prozessanpassung. Abschließend wird der Einfluss von dünnwandigen inneren Fügepartnern untersucht. In diesem Fall ergeben sich die Prozessgrenzen aus der reduzierten Steifigkeit des Parenteils. Unerwünschte Verformungen können durch optische Messungen erkannt oder analytisch berechnet werden. Eine Reduzierung oder gar Vermeidung dieser Deformationen wird durch wiederverwendbare Einsätze aus Kunststoff erreicht, die die Herstellung von leichten Multimaterialverbindungen ermöglichen.



Joining of Tubes by Electromagnetic Forming – Magnetic Pulse Welding

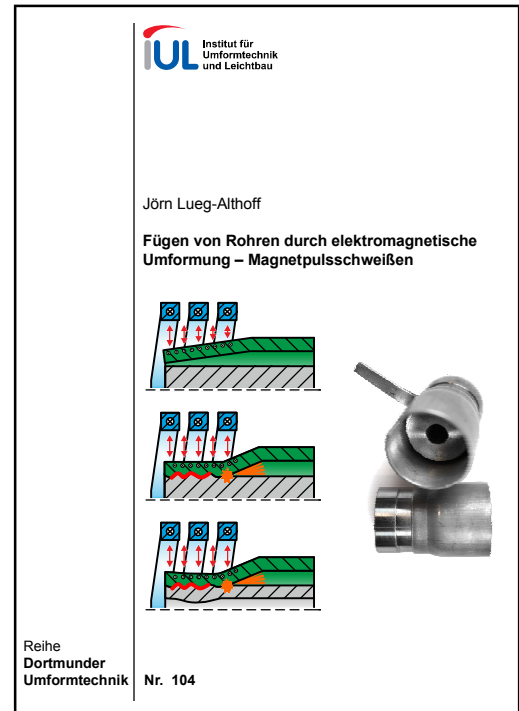
Jörn Lueg-Althoff

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 104

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6558-9

Original language: German



Abstract

In manufacturing, the ideal material for every intended application should be selected in order to guarantee an efficient and economical use of resources. Since most technical structures consist of more than one component, this rises the challenge of combining dissimilar materials by appropriate joining technologies. Collision welding processes like magnetic pulse welding (MPW) can be an alternative to conventional fusion-based welding processes. In MPW, firmly bonded areas are created as a result of a high-velocity impact without excessive heating of the parts. The increased use of non-ferrous metals with low specific resistance, which are predestined for using MPW, opens up new fields of application. Improvements in plant and tool technology as well as expanded capacities and possibilities of measurement technology and numerical process analyses support this development. The majority of the studies presented in literature are related to an extension of the range of weldable materials and geometries. Process windows usually remain at parameter level and emphasize the similarity of the process to explosive welding. However, there are process-related special features of the application of pulsed magnetic fields, which should be taken into account in examination and modeling of MPW.

The objective of this work is the analysis of MPW by electromagnetic compression of tubes from the viewpoint of forming technology. This comprises an investigation of the sequential process stages “free compression” and “collision”. During free electromagnetic compression of aluminum tubes wrinkles can occur which can have both positive and negative influences on the MPW process. The wrinkle formation is governed by various parameters such as electrical, mechanical and geometrical features of the setup. Analytical equations are derived which enable a fast process analysis and adaption.

The conditions during the collision of a thin-walled aluminum flyer part and a steel cylinder are characterized with respect to the radial and axial velocity components and the collision angle. Differences between various MPW setups are revealed and attributed to differences in the discharge circuits of different pulse generators. At low discharge frequencies, lower radial impact velocities are sufficient for a sound weld. Taking the impact pressure and the magnetic pressure into account allows for a comparison of different setups as well as a targeted process adaption leading to efficient process conditions.

Finally, the influence of thin-walled inner joining partners is investigated. In this case, process limitations arise from the reduced stiffness of the parent part. Unwanted deformations can be detected by optical measurements or are calculated analytically. A reduction or even prevention of these deformations is achieved by reusable inserts made of plastics allowing for the manufacturing of lightweight multi-material joints.