

Thermische Spulenverluste bei der elektromagnetischen Blechumformung

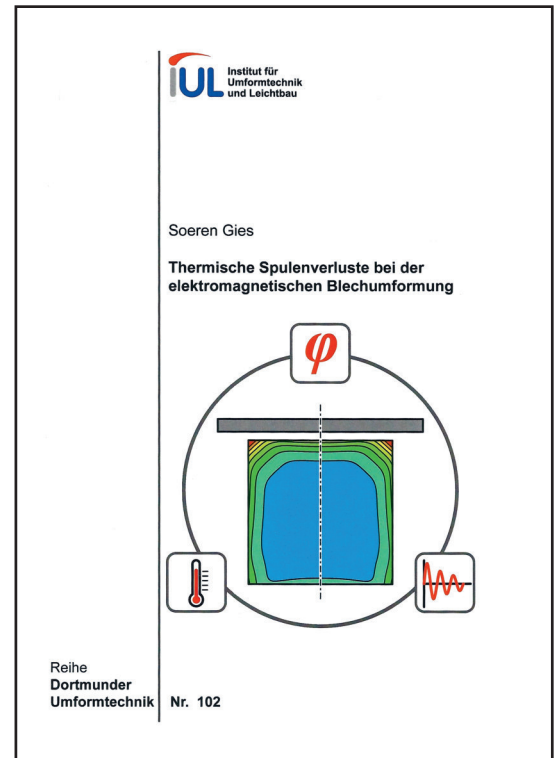
Soeren Gies

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 102

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6468-1

Sprache: Deutsch



Zusammenfassung

Die Etablierung elektromagnetischer Umformverfahren im industriellen Umfeld erfordert eine hohe und berechenbare Werkzeugstandzeit. Diese wird insbesondere im Dauerbetrieb nicht nur durch mechanische, sondern auch durch thermische Belastungen beeinflusst. Ursächlich für die Spulenerwärmung sind die Stromwärmeverluste in der Werkzeugspule. Mit einem Anteil von bis zu 50 % stellt diese Komponente den dominanten Verlustmechanismus in der Energiewandlungskette dar. Aufgrund dieser Bedeutung für die Spulenbelastung und die Prozesseffizienz stehen die Verluste in der Werkzeugspule im Fokus dieser Arbeit. Das Ziel umfasst die physikalische Beschreibung der Spulenverluste und die Entwicklung technologischer Ansätze zur Verlustreduzierung.

Durch die analytischen Berechnungsmodelle für die Stromwärmeverluste in der Werkzeugspule wird der Einfluss von Geometrie-, Werkstoff- und Prozessparametern aufgezeigt. Die wesentliche Erweiterung zum gegenwärtigen Stand der Kenntnisse ergibt sich aus der Berücksichtigung zeitabhängiger Effekte. Hierzu zählen neben dem transienten Entladestrom auch die fortschreitende Erwärmung der Spule während der Entladung sowie die veränderliche Spaltweite zwischen Spule und Werkstück infolge der Umformung. Die Validierung erfolgt durch den Abgleich mit den Ergebnissen numerischer Verlustberechnungen und experimenteller Temperaturmessungen.

Der Einsatz hybrider Druckleiter und die Entwicklung eines rekuperationsfähigen Pulsgeneratorkonzeptes erfolgen mit dem Ziel reduzierter Spulenverluste. Durch den hybriden Leiteraufbau aus Stahl und Kupfer soll die Stromdichteverteilung im Leiterquerschnitt beeinflusst werden. Der Mechanismus und das Ausmaß der hierdurch bedingten Veränderung der Verlustkomponenten stehen dabei im Fokus der Untersuchungen. Die Entwicklung eines neuartigen Pulsgeneratorkonzeptes zielt hingegen auf die Beeinflussung des zeitlichen Entladestromverlaufes ab. Durch einen modifizierten Schwingkreislauf soll die Entladung auf eine einzelne Stromhalbwellen reduziert und die im Kondensator verbleibende Restenergie für den nächsten Umformvorgang genutzt werden.

Joule heat losses of working coils for electromagnetic sheet metal forming

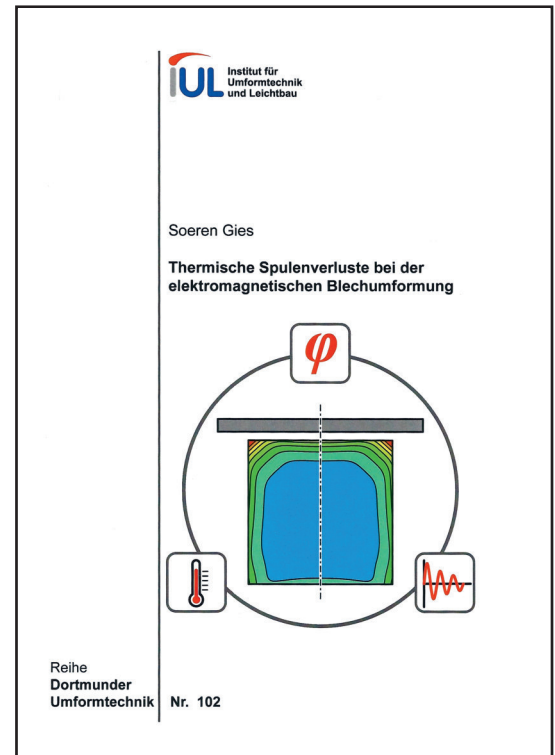
Soeren Gies

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 102

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6468-1

Original language: German



Abstract

Establishing electromagnetic forming processes in industrial production requires a long and predictable life time of the working coils. Especially in case of continuous operation this life time is not just determined by the mechanical loads, but also by the thermal loading. The coil heating is caused by the Joule heat losses in the current-carrying conductor of the coil. This loss component can account for up to 50% of the overall losses in the electromagnetic forming process. The impact of the Joule heat losses in the working coil on the coil loading and the process efficiency motivates a fundamental analysis of this loss mechanism in the present thesis. The physical description of the coil losses and the development of technological approaches for the loss reduction are the objectives of this work.

Based on the analytical modeling of the Joule heat losses, the effect of geometrical, material, and process parameters is identified. The current state of the art is extended by considering time-dependent effects. This includes the transient coil current, the increasing coil temperature during the discharge as well as the changing distance between coil and workpiece due to the forming process. Validation of the analytical results is provided by means of numerical loss calculations and experimental temperature measurements.

The use of hybrid conductors and the development of a pulse generator with energy recuperation ability aims at a loss reduction. By combining steel and copper for the hybrid coil design, the current density distribution in the conductor cross section is affected. The mechanism and the potential of the changing loss components are analyzed by means of numerical, experimental, and analytical approaches. The new pulse generator concept, however, aims at a modified temporal course of the discharge current. The discharge shall be stopped after the first current half wave so that the Joule heat losses are reduced while the remaining energy in the capacitor can be used for the next forming operation.