ETH zürich

ETH Library

Neue Methoden zur Messung und Modellierung der Reibung zur Simulation von Al-Strangpressprozessen

Doctoral Thesis

Author(s):
Becker, Christoph

Publication date:
2016

Permanent link:
https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-010735879

Rights / license:
In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

This page was generated automatically upon download from the ETH Zurich Research Collection.
For more information, please consult the Terms of use.

DISS. ETH Nr. 23555

Neue Methoden zur Messung und Modellierung der Reibung zur Simulation von Al-Strangpressprozessen

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

Christoph Becker

Dipl.-Ing., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

geboren am 25. Januar 1987

von Deutschland

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Pavel Hora, Referent
Prof. Dr. Wolfram Volk, Korreferent

2016

Kurzfassung

Reibungsrandbedingungen werden in Strangpresssimulationen häufig als konstant angenommen, obschon die Abhängigkeit der Reibung von den Prozessparametern Relativgeschwindigkeit, Temperatur, Oberflächendruck und der Materialpaarung, sowie des adhäsiven Schichtaufbaus auf dem Presskanal grundsätzlich bekannt ist.
Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine verbesserte virtuelle Abbildung der Reibung in Strangpressprozessen durch die methodische, experimentelle Erfassung der Reibung, sowie deren Modellierung in Abhängigkeit der genannten Einflussparameter, gefolgt von der Implementierung des Modellansatzes. Aufbauend auf bestehenden tribologischen Prüfverfahren wird ein experimentelles Verfahren, basierend auf einem Torsionsversuch, entwickelt. In einer Reihe von Laborversuchen wird die Abhängigkeit von den genannten Prozessparametern für die Aluminiumlegierung EN AW-6082, sowie für zwei CVD Beschichtungen und eine konventionelle Nitrierschicht untersucht. Ebenfalls wird das Warmfliessverhalten der Legierung bestimmt und mit bekannten Modellansätzen beschrieben. Insbesondere wird das temperatur- und dehnratenabhängige Werkstoffverhalten berücksichtigt. Aufbauend auf den experimentellen Ergebnissen werden Reibmodellansätze diskutiert und ein spezifischer, im Weiteren auf dem Shear-Friction Ansatz basierender, Modellansatz vorgeschlagen. Die Ergebnisse der Versuche dienen der Parameterbestimmung, sodass in Abhängigkeit der gewählten Beschichtung das Reibverhalten entsprechend der Prozessparameter mit dem Modell beschrieben werden kann. Zur Validierung wird das Modell in das institutseigene FE Programm für Strangpresssimulationen *PF-Extrude* implementiert. Anhand zweier realer Strangpressprozesse mit Flachmatrizen wird das entwickelte Reibmodell beurteilt und mit dem Standardansatz der konstanten Reibfaktoren verglichen. Darauf aufbauend wird das Modell ebenfalls anhand eines industriellen Kammerwerkzeugs validiert. Abschliessend werden die erzielten Ergebnisse zusammenfassend diskutiert.

Abstract

Frictional boundary conditions are frequently assumed to be constant during the simulation of extrusion processes. Although the general dependency of friction on temperature, surface pressure and relative velocity as well as on the sliding material partners is known.
The present study aims at an improved virtual representation of frictional stresses in extrusion processes by the methodical experimental determination of friction and the subsequent modelling and implementation in dependency of the aforementioned parameters. On the basis of current tribological testing methods an experimental setup based on a torsional test is developed. Throughout a series of laboratory experiments the dependency of the mentioned process parameters is investigated for the aluminium alloy EN AW-6082 and two CVD coatings as wells as a conventional nitrided one. Additionally, the plastic flow behavior of the aluminium alloy is characterized using state of the art modelling approaches. Especially temperature and strain rate dependency are considered.
Different friction models are discussed and based on the experimental results a specific one is established, which is related to the shear friction type. Experimental results are used to determine the parameters of the proposed model. According to the different coating types, friction can be characterized with respect to the determined parameters and process parameters. For validation purposes the model is implemented into the institutes-own FE code for extrusion simulation *PF-Extrude*. The developed model is evaluated and compared to the standard assumption of constant shear friction parameters for two benchmark tools. Based on this, the model is validated with an industrial porthole extrusion die, too.
The thesis concludes with a summarising discussion of the results obtained.