

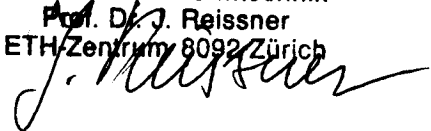
Diss. ETH Nr. 9465

Beitrag zur Beurteilung des
Einflusses der
Werkstückoberfläche auf die
Reibung während der
Umformung

Abhandlung zur Erlangung des Titels
Doktor der Technischen Wissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Zürich, 16.7.1991

Institut für Umformtechnik
Prof. Dr. J. Reissner
ETH-Zentrum 8092 Zürich



vorgelegt von
Beat Meier
Dipl. Masch. Ing. ETH
geboren am 14.10.1961

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. J. Reissner, Referent
Prof. Dr. E. Freitag, Korreferent



KURZFASSUNG:

Blech-Hohlteile werden unter Einsatz des Streck- und Tiefziehverfahrens durch plastische Umformung aus ebenen Platinen hergestellt. Bei diesen Umformverfahren hat die an den Werkstückoberflächen auftretende Reibung einen entscheidenden Einfluss auf den Werkstofffluss und damit auf das Werkstückversagen. Ein ungünstiges Reibverhalten kann zudem zu unerwünschten abrasiven Erscheinungen sowohl am Werkstück als auch am Werkzeug führen.

Als wichtige Einflussgrösse erweist sich dabei die Beschaffenheit der Blechoberflächen. Die Optimierung der Reibeigenschaften dieser Oberflächen stellt deshalb eine wichtige Zielgrösse bei der Optimierung eines Umformprozesses dar.

Die gezielte Optimierung der Reibeigenschaften eines Blechwerkstoffes war bisher nicht möglich, da weder geeignete Kennwerte zur Beschreibung der 3-D-Oberfläche noch ausreichende Kenntnisse über den Einfluss des Umformprozesses auf das Reibverhalten vorlagen.

In der vorliegenden Arbeit werden Grundlagen zur Beschreibung des Zusammenhanges zwischen der Oberflächenstruktur und des Reibverhaltens erarbeitet, um die Optimierung von Blechoberflächen zu ermöglichen.

Die komplexen Oberflächenstrukturen werden mit Hilfe numerischer Methoden im Rechner nachsimuliert. Diese Vorgehensweise ermöglicht sowohl die Beschreibung von Realstrukturen als auch den Entwurf von völlig neuen Oberflächen. Darüber hinaus bildet sie die Grundlage, zur Untersuchung der Wandlung der Strukturen während des Reibvorganges.

Um den funktionalen Zusammenhang zwischen der Oberflächenstruktur und der Reibung beschreiben zu können, werden neue reiborientierte Kenngrössen eingeführt. Diese berücksichtigen die Dreidimensionalität der Oberflächenstruktur und die Kontaktmechanismen, welche die Reibung entscheidend beeinflussen.

In einem zweiten Schritt werden die quantitativen Reibwerte mit Hilfe von experimentellen Untersuchungen den einzelnen Oberflächentypen zugeordnet. Dabei wird die Reibung unter verschiedenen Umformbedingungen erfasst. Als wichtig und bisher unbekannt, wird die Änderung des Reibverhaltens in Abhängigkeit der plastischen Dehnung, der Rela-

tivgeschwindigkeit und des variablen Anpressdruckes bestimmt. Die Rückkopplung dieser Resultate mit den Oberflächenstrukturen über die reiborientierten Kennwerte eröffnet die Möglichkeit zur Optimierung der Oberfläche. Sie erlaubt den gezielten Entwurf neuer Oberflächenstrukturen und trägt somit zum Einsatz der CIM-Technologie in einem neuen Anwendungsgebiet bei.

SUMMARY

Stretch and deep drawing processes are employed to plastically form hollow sheet parts, starting from planar blanks. In these forming processes the friction arising at the surface of the workpiece has a decisive effect on the material flow and thereby on the failure of the workpiece. In addition, unfavourable frictional behaviour can lead to undesirable abrasive effects, both on the workpiece and on the tool.

In this context the condition of the sheet surface is seen to be an important variable. For this reason the optimisation of the frictional properties of these surfaces constitutes a major target in the optimisation of the forming process.

Until now it has not been possible to make a specific optimisation of the frictional properties of a sheet material, since there were neither suitable characteristic values to describe the 3D surface topography nor was there sufficient information concerning the effect of the forming process on the frictional behaviour.

In the present work basic considerations for the description of the relationship between the surface structure and the frictional behaviour will be determined in order to permit the optimisation of the sheet surface.

Numerical methods will be used for the computer simulation of the complex surface structures. This procedure permits both the description of actual structures and the proposal of completely new surfaces. In addition, it provides the basic facility to investigate the alteration of the structures during the forming process.

New friction-related characteristic values are introduced in order to describe the functional relationship between the surface structure and the frictional behaviour. These take into account the three-dimensional nature of the surface structure and the contact mechanisms, which have a decisive effect on the frictional process.

In a second step experimental investigations are performed to permit assignment of the values of the coefficient of friction to the different surface types. In this case, the friction is determined under various forming conditions. Points which are important, but which were as yet unknown, are here the determination of the alteration of the frictional behaviour as a function of the plastic strain, the relative speed and the variable contact pressure.

The feedback of these results, along with the surface structures, provides, through the friction-related characteristic values, the possibility of optimising the surface. This permits the specific proposal of new surface structures and hence contributes to the use of the CIM technology in a new field of application