



Doctoral Thesis

Stabilitätsuntersuchung des Abstreckgleitziehens

Author(s):

Schmid, Werner

Publication Date:

1981

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000243633> →

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 6853

STABILITAETSUNTERSUCHUNG DES ABSTRECKGLEITZIEHENS

ABHANDLUNG

ZUR ERLANGUNG DES TITELS EINES
DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
DER
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

VORGELEGT VON

WERNER SCHMID

DIPL. MASCH. ING. TH- GRAZ
GEBOREN AM 25. SEPTEMBER 1942
VON OESTERREICH

ANGENOMMEN AUF ANTRAG VON

PROF. DR. J. REISSNER, Referent

PROF. DR. CH. WEHRLI, Korreferent

1981

Abstract.

The determination of the process limits is of great importance for better treatment and optimisation of technical deformation procedures. Today the energetic stability - criterion is more and more applied. Generally this criterion is only applicable after admissible simplifications of the analyzed problem.

This paper describes a methode to calculate the limits of deformation in ironing taking into account the properties of the material and of the tooling.

The deduction of the general stability - criterion is based on the idea of separating the external energy applied into two parts, the energy responsible for the irreversible strain deformation of the material and the energy used for strain hardening. The limits of deformation are reached when an increase of the strain deformation cannot be compensated by an increase in strain hardening. An isotropic, incompressible and rigid - plastic material with strain hardening is assumed.

The calculation of the stress limits of ironing is based on Hillier's viewpoint of the loss of stability in a multiple state of stress. According to this theory a broad sample under tensile stress and a constant compressive stress loses stability within the compressed zone. The compressive stress is applied by rigid spring loaded pressplates from the sides of the sample.

The loss of stability by local necking within compressed areas assumed by Hillier will be explained and will be proved as a fact.

A disc - model helps to prove the necessary assumptions (plane strain deformation and constant multiple state of stress with superimposed uniform tensile stress) within the cylindrical part of the ironing die.

The theoretically calculated results correspond quite well with the measurements on an experimental tool. These experiments prove the admissibility of the simplification of the stress state due to the disc - model. Contradictory to the literature, the experiments also show that the stress by loss of stability and not the fracture stress has to be used to calculate the maximum force applicable to the bottom of the ironed part.

Using aluminium alloys with different uniform strain, the falling tendency of the maximum deformation rate by decreasing uniform strain could be confirmed.

In the appendix the theoretical maximum ironing stress is calculated using the theory of limit analysis assuming an admissible velocity field.

Kurzfassung.

Bei der ingenieurmässigen Lösung und Optimierung von Umformprozessen ist die Bestimmung der Verfahrensgrenze von grosser Bedeutung. Dazu zieht man heute vermehrt das energetische Stabilitätskriterium heran. Meist ist diese Bedingung nur dann anwendbar, wenn für den zu untersuchenden Zustand zulässige Vereinfachungen angenommen werden.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Methode aufgezeigt, die es ermöglicht, die Grenze der Umformbarkeit beim Abstreckgleitziehen sowohl von der Werkstoff-, als auch der Werkzeugseite aus theoretisch zu erfassen.

Die Ableitung des allgemeinen Stabilitätskriteriums beruht auf der Ueberlegung, dass die Arbeit der äusseren Kräfte in eine irreversible Gestaltänderungsarbeit und einen für die Verfestigung verantwortlichen Anteil aufgeteilt werden kann. Somit wird für einen plastischen Körper jener Deformationszustand gesucht, bei dem eine inkrementale Gestaltänderung nicht mehr durch den Anstieg der Verfestigung kompensierbar ist. Hierbei entspricht das Werkstoffverhalten dem eines isotropen inkompressiblen Körpers, der einem starrplastischen Stoffgesetz mit Verfestigung gehorcht.

Die Berechnungsgrundlage für die Bestimmung der Grenzabstreckziehungsspannung basiert auf der Hillierschen Betrachtungsweise des Stabilitätsverlustes im mehrachsigen Spannungszustand. Nach dieser Theorie wird bei einem Zugversuch an einer breiten Probe, der ein homogener Druckspannungszustand überlagert ist, das Versagen innerhalb der Druckzone auftreten. Der Aufbau der Druckspannung erfolgt hierbei an der Breitseite der

Probe durch starr gefederte Pressplatten.

Im weiteren wird eine Erklärung für den von Hillier vermuteten Stabilitätsverlust durch lokale Einschnürung im Druckbereich gegeben und dessen tatsächliches Auftreten nachgewiesen.

An Hand des Scheibenmodelles kann gezeigt werden, dass die dazu notwendigen Voraussetzungen (ebene Formänderung und homogener dreiachsiger Spannungszustand mit einer Zugspannung) im zylindrischen Ansatz des Abstreckringes gegeben sind.

Die in einem Versuchswerkzeug gewonnenen Daten ergaben eine relativ gute Uebereinstimmung mit den theoretischen Ergebnissen. Daraus kann geschlossen werden, dass bei der Aufstellung des Spannungsfeldes die aus der Anwendung des Scheibenmodelles resultierenden Vernachlässigungen zulässig sind. Weiter liefern die Experimente den Beweis, dass entgegen den Aussagen der Literatur für die Berechnung der maximal übertragbaren Bodenkraft nicht die Bruchspannung aus dem Zugversuch im ebenen Formänderungszustand, sondern die Grenzstabilitätsspannung eingesetzt werden muss.

Durch die Verwendung von Aluminiumlegierungen mit unterschiedlicher Gleichmassdehnung konnte die fallende Tendenz des Grenzformgrades bei abnehmender Gleichmassformänderung bestätigt werden.

Zur Abschätzung der theoretisch maximal auftretenden Abstreckgleitziehspannung wurde eine obere Schranke ergänzend im Anhang mittels des kinematischen Grenzwertsatzes für ein angenommenes zulässiges Geschwindigkeitsfeld bestimmt.