

Neue Richtlinie zur Ermittlung von Fließkurven

Ein Beitrag von der GCFG*) und dem IMU*) zu Verbesserung der Ergebnisse von Umformsimulationen

Dr. Ing. Dipl. Ing. G. H. Arfmann, Dr. Ing. M. Twickler,

Umformsimulationen im Bereich der Schmiedetechnik sind heute Stand der Technik. Leider sind sie nicht immer so genau, wie gewünscht. Eine Ursache ist die mangelnde Qualität der verwendeten Fließkurven. GCFG und IMU haben deshalb eine Richtlinie zur Ermittlung solcher Kurven erarbeiten lassen.

Today the simulation of forging processes is state of the art. The results are sometimes not as good as expected. One reason is the poor quality of the yield stress – strain curves. Therefore GCFG and IMU initiated to work out a guideline of best practise for the investigation in yield stress – strain curves.

Einleitung

Umformsimulationen im Bereich der Schmiedetechnik finden heute mit den Zielgrößen Geometrie und Materialfluss, Spannungen und Werkzeugbeanspruchung sowie Gefügevorschau statt.

Aber wer kennt das nicht:

Die Simulation hatte alles so schön aussehen lassen, aber im praktischen Schmiedefall wollte sich das vorhergesagte Ergebnis nicht einstellen. Die Realität ist doch oft anders als die Theorie – oder den verwendeten Modellen haften Fehler an!

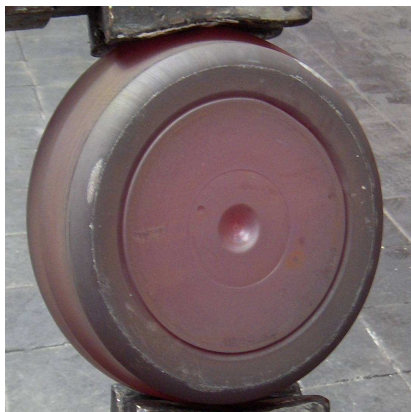


Bild 1: Falte am „Pancake“ © Leitzitz

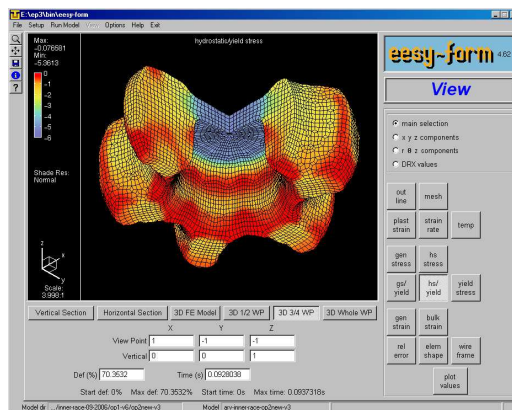


Bild 2: Inner Race

So geschah es im Beispiel in Bild 1. Die auftretende Falte wurde von der Simulation nicht aufgezeigt. Im Beispiel in Bild 2 wurde dagegen das Füllverhalten des Net Shape Teils erfolgreich vorausgesagt.

Unter anderem kann dies oft auf den Einfluss der verwendeten Fließkurven zurückgeführt werden. Betrachtet man nur diesen einen Faktor, so wurde im Beispiel aus Bild 1 der Gültigkeitsbereich der zugrunde liegenden Fließkurven während der Simulation verlassen, indem lokale Temperaturen erreicht wurden, bei denen keine ausreichend genauen Fließkurvendaten vorhanden waren. Eine nachträgliche Korrektur und Vervollständigung der Daten lieferte dann das richtige Ergebnis, so dass die Simulation dann zuverlässig eingesetzt werden konnte und das Problem gelöst wurde. Aber dennoch wurde zunächst Schrott produziert, was insbesondere bei Luftfahrtwerkstoffen sehr teuer ist.

Den Fließkurven kommt also oft eine bedeutende, wenn nicht die bedeutende, Rolle bei der Simulation zu.

Dieses Beispiel ist nur eines von vielen, welches zeigt, dass die verfügbaren Fließkurven ein Problem für die Simulation mit der FEM darstellen. Nicht nur, wie in diesem Beispiel anschaulich gezeigt wurde, ist die Vollständigkeit der Daten ein Problem, sondern auch die Genauigkeit.

Es ergeben sich also Anforderungen an die Materialdaten in Hinsicht auf Vollständigkeit, Korrektheit und damit auf Ermittlungsmethode und Reproduzierbarkeit der Messungen.

Damit sahen GCFG und IMU die Notwendigkeit der Formulierung von Anforderungen an die Ermittlungsmethode von Fließkurven hinsichtlich der notwendigen Maschinenausstattung, der Messtechnik, der Dokumentation etc.

Angestrebt wurde die Erstellung einer Richtlinie zur Aufnahme von Fließkurven.

Das Projekt

Im Projekt arbeiteten verschiedene Forschungseinrichtungen (IAM Duisburg, IEHK Aachen, IFU Stuttgart, IFUM Hannover, IMFT Freiberg, LFT Erlangen und Industriefirmen (CDP Bharat (Probenfertigung (warm)), Hatebur, Hirschvogel (Probenfertigung (kalt und warm)), Leistriz, Tekfor, Daimler Chrysler, Gerlach) unter der Leitung von CPM GmbH zusammen, um diese Richtlinie zu erstellen.

Das Projekt startete im Oktober 2005 und es wurde im September 2008 abgeschlossen.

Proben mussten gefertigt werden, die Versuche mussten durchgeführt werden und nicht zuletzt musste erarbeitet werden, warum Unterschiede auftraten und wie sie vermieden werden könnten. Sodann waren erneute Versuche notwendig, die wieder den gleichen Aufwand erforderten. Hier ist den Teilnehmern für Ihren Aufwand zu danken, zumal sie alle auf eigene Kosten teilnahmen.

In mehreren Projektsitzungen wurden Materialien zur Untersuchung festgelegt und die zwischenzeitlich durchgeführten Versuche verglichen und besprochen.

Den teilnehmenden Instituten wurden zunächst Proben nach ihren Angaben zur Verfügung gestellt. Alle Proben wurden jeweils aus einer Charge gefertigt. Die Teilnehmer führten die Versuche nach ihrem jeweiligen Wissensstand aus. Später wurden dann aufgrund von Erkenntnissen im Projekt einheitliche Proben und eine einheitliche Versuchsdurchführung untersucht.

Für die Ermittlung von Kaltfließkurven wurde der Werkstoff 16 Mn Cr S 5 für Temperaturen von 20°C, 100°C, 200°C und für Warmfließkurven der Werkstoff 38 Mn Si V S 5 für Temperaturen von 800°C, 950°C, 1100°C gewählt. Als Umformgeschwindigkeiten wurden 0,1/sec, 1,0/sec, 10,0/sec festgelegt.

Die ersten Ergebnisse ergaben keine guten Übereinstimmungen. Bild 3 zeigt exemplarisch ein Beispiel dieser Ergebnisse.

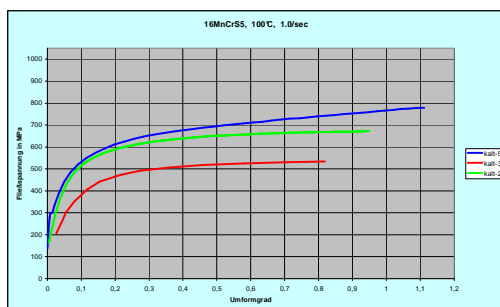


Bild 3: Beispiel der ersten Fließkurven

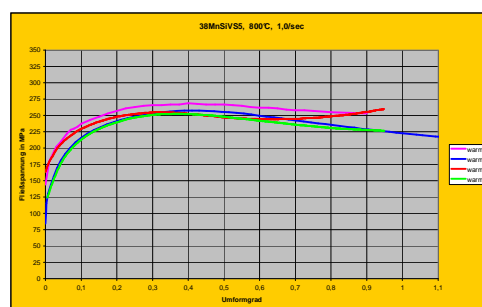


Bild 4: Beispiel für verbesserte Ergebnisse

Es bestanden offene Fragen hinsichtlich einer signifikanten Einflussnahme auf die Fließkurvenermittlung bezüglich Probenabmessungen /Probenqualität, Probenform, Schmierung, der Auswertung und der Verwendung erweiterter Korrekturverfahren. Deshalb wurde beschlossen, einen Vergleichsversuch mit einheitlicher Probenform, einheitlicher Probenabmessung und einheitlicher Schmierung durchzuführen. Bild 4 zeigt die erreichte Verbesserung als Beispiel. Wichtig waren auch Erkenntnisse der teilnehmenden Institute bezüglich ihrer Anlage, ihrer Vorgehensweise, der Messeinrichtungen und der Auswertungsmethode.

Die Richtlinie

Basierend auf den Erfahrungen aus dem Projekt haben die Beteiligten zusammen mit CPM GmbH nun eine Richtlinie erarbeitet, die die Fehler bei der Fließkurvenermittlung eingrenzen soll. Die Richtlinie enthält Anforderungen bezüglich Probenform, Probenanzahl, Stauchwerkzeuge, Schmierung, Maschineneinrichtung, Messtechnik, Auswerteverfahren und Dokumentation.

Es war möglich, unter den beteiligten Forschungseinrichtungen Einigkeit zu erzielen, wie Fließkurven aufzunehmen sind, um eine Genauigkeit von zumindest +/- 10% zu erzielen. Das ist gemessen an der Ausgangssituation ein hervorragendes Ergebnis.

Es ist den teilnehmenden Partnern, der GCFG und dem IMU zu danken, diese Studie ermöglicht zu haben. Die Ergebnisse sind vielversprechend auch wenn die Toleranzen der zu erwartenden Ergebnisse von Fließkurvenmessungen noch recht groß sind. Sie sind aber wesentlich geringer als zuvor. Für den Anwender von Simulationsprogrammen wurde eine Richtlinie erarbeitet, die es ihm ermöglicht, basierend auf dieser Richtlinie wesentlich bessere Materialdaten zu erhalten. Die verbleibenden Ungenauigkeiten mögen die Forschung anregen, noch weitere Verbesserungen zu ermöglichen.

Dr. Michael Twickler und Dr. Gerhard H. Arfmann
Geschäftsführende Gesellschafter
CPM GmbH
Kaiserstrasse 100
52134 Herzogenrath, Germany
www.CPMGMBH.com
e-mail: cpm@cpmgmbh.com

*)
GCFG - German Cold Forging Group
IMU - Industrieverband Massivumformung

Weitere Abkürzung zu erhalten bei GCFG, IMU oder CPM.