

11/245

Sokolov, L.N., Zolotuchin, N.M.,

Šinkarenko, O.M., Efimov, V.N.

UMFORMWIDERSTAND VON SCHMIEDESTÜCKEN BEIM AUTOMATISCHEN RECKSCHMIEDEN
AUF HYDRAULISCHEN PRESSEN

Deutsche Übersetzung aus:

Kuznečno-šampovočnoe proizvodstvo. Moskva, 22 (1980),
Nr 1, S. 10 - 11.

Russ.: **Сопrotивление поковки деформированию
при автоматизированной
протяжке на гидравлических прессах**

Soprotivlenie pokovki deformirovaniju pri avtomatizirovannoj
protjažke na gidravličeskich pressach

Die Intensivierung des Schmiedevorgangs, die gesteigerten Forderungen an die Genauigkeit der Werkstücke und die Kompliziertheit der Steuerprogramme und Rechenalgorithmen führten dazu, daß die führenden Baufirmen für Schmiedepressen bei uns in der UdSSR wie auch im Ausland gegenwärtig in die Systeme zur automatischen Steuerung (SAS) von hydraulischen Schmiedepressen schnellarbeitende Prozeßrechner (SPR) hereinnehmen. Durch die Verwendung von SPR in SAS läßt sich, ausgehend von der Lösung der Differentialgleichung über die Bewegung der Traverse, ihr Arbeitstakt bestimmen. Dies ist notwendig für den automatischen Positionismus der Traverse von Schmiedepressen im vorgegebenen Abstand. Es wurde festgestellt [1], daß beim Abbremsen der Traverse durch Schließen der Steuerventile (Abstellen der Hochdruckflüssigkeitszufuhr, die auf den Kraftzylinder wirkt), unter adiabatischen Bedingungen zusätzliche Umformungen des Werkstücks festgestellt werden (Überlauf der Traverse), die sowohl aufgrund der Einwirkung der Trägheitskräfte der beweglichen Pressenteile als auch aufgrund der Werkstoffentfestigung des Werkstücks bei hohen Temperaturen auftreten. Eine zusätzliche Umformung ergibt sich durch die Entlastung des Werkstücks. Um die vorgegebenen Abmessungen des Werkstücks zu erreichen, muß man die Traverse mit einem bestimmten

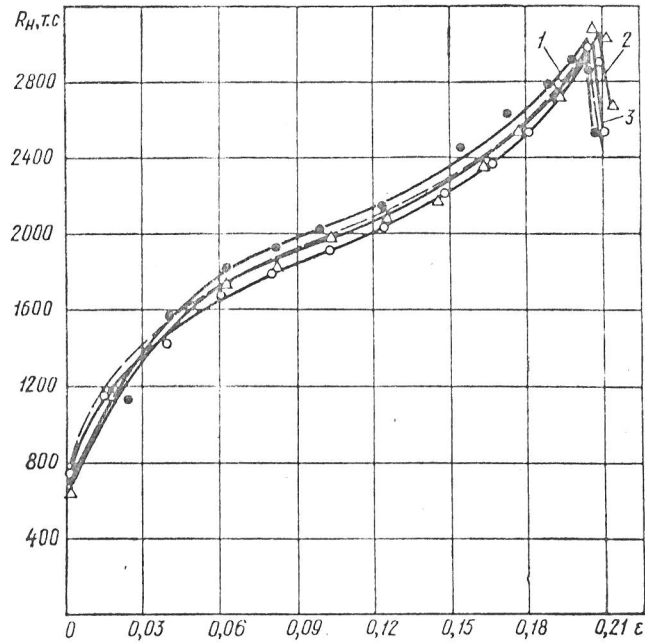
Zeitvorhalt abbremsen, damit die zusätzliche Umformung des Werkstücks vom Zeitpunkt des Schließens der Steuerventile bis zum Rücklaufzeitpunkt der Traverse einen bestimmten Wert erreicht. Den Arbeitstakt der Traverse bei Belastung des Werkstücks sowie den Überweg der Traverse kann man unter adiabatischen Umformbedingungen anhand der Lösung der Differentialgleichungen über die Bewegung der Traverse nur dann bestimmen, wenn die Gesetzmäßigkeiten der Veränderung der vollständigen Umformkraft bekannt sind, die den Abschnitten Belastung und Entlastung entsprechen. Im vorliegenden Aufsatz wird eine mathematische Beschreibung dieser Gesetzmäßigkeiten am Beispiel des Reckschmiedens runder Proben mit Halbrundgesenken auf einer hydraulischen Schmiedepresse mit einer Kraft von 6 000 t/p gegeben [1].

Bekanntlich [2] wird der Umformwiderstand des Werkstoffs eines Werkstücks beim Druckumformen, das ein thermodynamisch unausgeglichener Vorgang ist, durch die Einwirkung von zwei Faktoren bestimmt: Verfestigung und Entfestigung. Bei ausreichend großen Umformungen des Werkstücks je nach Füllung des Raumes der Halbrundgesenke mit Metall hat außerdem jener Umstand großen Einfluß auf die Größe der vollen Umformkraft, daß der Werkstoff infolge Kontaktreibung zwischen den Gesenken und dem Werkstück unter Bedingungen steht, die dem allseitigen Druck nahekommen. Die Abbildung zeigt die Versuchskurven über die Belastung des Werkstücks bis zum Zeitpunkt des Schließens der Steuerventile der Presse und die Kurven über die Entlastung des Werkstücks infolge Entfestigung seines Werkstoffs unter adiabatischen Umformbedingungen. Diese Ergebnisse wurden im Verlauf von drei gleichen aufeinanderfolgenden Stauchvorgängen einer runden Probe ermittelt. Auf den Kraft-Umformungs-Diagrammen beobachtet man dabei einen Überlauf, und die Umformkraft nimmt am Ende des Belastungsabschnitts bei unwesentlicher Steigerung des Umformgrades stark zu. In diesem Zusammenhang kann man das Gesetz der vollen Kraft im Belastungsabschnitt darstellen als Polynom mindestens dritten Grades, durch das man die Kurven mit dem Überlaufpunkt beschreiben kann:

$$R = R_H + a \epsilon^3 + b \epsilon^2 + c \epsilon, \quad (1)$$

wobei R_H die Kraft am Beginn der plastischen Umformungen und a , b , c Konstanten bezeichnen.

Aus den Diagrammen geht hervor, daß nach dem Schließen der Ventile die weiter zunehmende Umformung des Werkstücks äußerst gering ist. Den Verfestigungseffekt einer derartigen zusätzlichen Umformung kann man also



Experimentelle (durchgezogene) und theoretische (gestrichelte) Kurven über die Veränderung der vollen Umformkraft bei drei aufeinanderfolgenden Stauchvorgängen (1, 2, 3) einer runden Probe aus Stahl EI703 in Halbrundgesenken mit 450 mm Durchmesser

vernachlässigen. Die Zunahme der Umformkraft während der Belastungszeit t_* (bis zum Zeitpunkt des Schließens der Ventile) beträgt

$$\Delta R_* = R_* - R_H = a \varepsilon_*^3 + b \varepsilon_*^2 + c \varepsilon_*, \quad (2)$$

wobei ΔR_* , R_* , ε_* Werte der Variablen zum Zeitpunkt $t = t_*$ sind. Nach dem Schließen der Ventile, d.h. bei $t > t_*$, kommt es zur Entlastung des Werkstücks aufgrund Entfestigung eines Werkstoffs, die durch die fallende Funktion

$$R = R_H + \Delta R_* [1 + \Delta t]^{-m} \quad (3)$$

beschrieben werden kann, wobei $\Delta t = t - t_*$ die Entlastungszeit und m eine Konstante bezeichnen.

Nach der Methode der kleinsten Quadrate wurden im elektronischen Digitalrechner ES-1020 nach den Versuchsangaben für die Legierung EI703 (siehe Abb.) die Werte der Konstanten ermittelt, die zu den Gleichungen (1) und (3) gehören $m = 3,6$, $R_H = 690 \text{ t/p}$, $a = 683 \text{ 506 t/p}$, $b = 221 \text{ 342 t/p}$, $c = 28 \text{ 038 t/p}$. Die theoretische Be- und Entlastungskurve ist durch die gestrichelte Linie dargestellt (siehe Abb.). Die Ergebnisse stimmen gut überein.

Oben wurde ein Beispiel zur Bestimmung der Umformkennwerte für das konkrete Stauchen auf einem universalen digitalen Elektronenrechner geliefert. Während des automatischen Schmiedens ändern sich die Werte der zu den Gleichungen (1) und (3) gehörenden Konstanten je nach den sich konstant ändernden Umformbedingungen. Dabei übernimmt der schnellarbeitende SPR die Funktion der Bestimmung und darauffolgenden Präzisierung der Werte der Konstanten während eines jeden Stauchvorgangs, wobei der SPR ausgehend von der von den Gebern abgegebenen Information bei den Vorstauchvorgängen den dynamischen Zustand des Systems Presse-Werkstück analysiert, die möglichen verlangsamten Ausläufe und die mit der Werkstoffentfestigung zusammenhängenden Ausläufe der Traverse prognostiziert. Zum Zeitpunkt, wo

$$S_{\text{bew}} = H_{\text{vor}} + \Delta S_{\Sigma}$$

wobei S_{bew} fließende Koordinate der beweglichen Traverse; H_{vor} vorgegebene Abmessungen des Werkstücks; ΔS_{Σ} möglicher Gesamtauslauf der Traverse nach Beginn des Schließens der Regulierventile, erteilt der SPR an die SAS-Ausführungsmechanismen das Kommando zum Rücklauf der Traverse.

Der Algorithmus, mit dem die in den SPR gelangende Information über das Werkstück verarbeitet wird, muß so beschaffen sein, daß die Umformkennwerte schnellstmöglich ausgerechnet werden können. Beim Reckschmieden von Proben mit kleinen Stauchungen ($\epsilon < 0,1$), wo der Zeitmangel besonders spürbar ist, kann man die Werte der Konstanten a gleich null annehmen, weil der Überlauf der Belastungskurve in diesem Fall (siehe Abb.) schwach ausgeprägt ist oder sogar vollständig fehlt. Dann läßt sich der Ausdruck (1) für den Belastungsabschnitt vereinfachen:

$$R = R_n + b \epsilon^2 + c \epsilon. \quad (4)$$

Wie früher wird die Entfestigung des Werkstücks auch in diesem Fall durch Gleichung (3) beschrieben. Die Gleichungen (3) und (4) kann man auch bei der Analyse des Reckschmiedens von Proben mit Flachsätteln verwenden.

Schlußfolgerungen

1. Nach der Analyse der Versuchsergebnisse wurden die Gesetzmäßigkeiten der Veränderung der gesamten Umformkraft von Werkstücken beim Reckschmieden unter Berücksichtigung der Verfestigung und Entfestigung beschrieben.
2. Die Gesetzmäßigkeiten der Kraftveränderungen können für die dynamischen Berechnungen des Arbeitstakts von Pressen benutzt werden.

Literaturverzeichnis

1. Золотухин Н. М., Шинкаренко О. М. Экспериментальное исследование сопротивления поковок деформированию при протяжке. — Кузнечно-штамповочное производство, 1980, № 3.

Zolotuchin, N.M., Šinkarenko, O.M.: Eksperimental'noe issledovanie soprotivlenija pokovok deformirovaniju pri protjazke.

In: Kuznesno-stampovocnoe proizvodstvo. Moskva, 22 (1980), Nr 3, S. 3 - 5.

Deutsch: Experimentelle Bestimmung des Umformwiderstands von Werkstücken beim Reckschmieden. — Übersetzung Nr. 244 der Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, 8 Seiten.

2. Губкин С. И. Пластическая деформация металлов. Т. 2. Металлургиздат, 1961.

Gubkin, S.I.

Plasticeskaja deformacija metallov. Т. 2.

Moskva: Verlag "Metallurgizdat", 1961.

<Plastische Werkstoffumformung. Bd 2; russ.>

Stuttgart, den 21. Oktober 1981

übersetzt von

Ottmar Pertschi

(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer