

PRÜFUNG DER EINSCHLAGGENAUIGKEIT DER HOCHGESCHWINDIGKEITS-UMFORMMASCHINE TYP NEK-8

Von

Ö. SZABADÍTS

Lehrstuhl für Mechanische Technologie, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 7. Januar 1971)

Vorgelegt von Prof. Dr. L. GILLEMOT

1. Einleitung und Zielsetzung

Anfang der 1960er Jahre begann die Entwicklung einer neuen Forschungsrichtung in der bildsamen Formung: die Hochgeschwindigkeitsumformung der Metalle. Über das Grundprinzip der Formung und die Beschreibung der Einrichtungen sind zahlreiche Artikel erschienen. Von ihnen werden die Hauptangaben der auf dem pneumatischen Prinzip aufgebauten Hochgeschwindigkeits-Umformmaschine von BRONIN zusammengefaßt [1].

Durch die bisherigen Forschungen wurden die Bewegungsgleichungen und Energieverhältnisse aufgeklärt.

Die ausgedehntere Verbreitung der Maschinen — zur Zeit sind in der Welt 300 in Betrieb — wird durch Schwierigkeiten der Werkzeugauswahl gehindert. In der Lösung der Frage bringen die Arbeiten von GLANVILLE-JONES [2] und GILLEMOT [3] einen Fortschritt.

Auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeitsumformung sind auch in Ungarn Forschungen im Gange. Als deren Ergebnis entstand die Hochgeschwindigkeits-Umformmaschinenfamilie Typ NEK mit einem Arbeitsvermögen von mMp 2,5—16. Die Wirkung dieser Maschinen beruht auf pneumatischen Prinzipien. Ein Mitglied dieser Hochgeschwindigkeits-Umformmaschinenfamilie ist die Maschine NEK-8 mit dem größten Arbeitsvermögen von 8000 mkp (Abb. 1). Die Bewegungsgleichungen und Energieverhältnisse werden im Beitrag von GILLEMOT—MORZÁL—GILLEMOT Jr. analysiert [4].

Auf Grund der bisherigen Forschungen ist festzustellen, daß sich die Hochgeschwindigkeits-Umformmaschinen für Vorwärts- und Rückwärtsfließen, für Verfertigung von Pulvermetallurgieerzeugnissen sowie für Gesenkschmieden gut verwenden lassen. Die Hochgeschwindigkeits-Umformmaschinen sind auch für geschlossenes Gesenkschmieden gut brauchbar. Beim geschlossenen Gesenkschmieden stellt das genaue Zusammenführen der Werkzeughälften eine grundlegende Anforderung dar. Durch die Ausbildung der Bärslittensführung wird es ermöglicht, ohne besondere Führungsteile im Werkzeug auszukommen, da diese an das geschlossene Gestell befestigt sind (Abb. 2). Es stellt sich nur die Frage, mit welcher Genauigkeit sich die untere und die

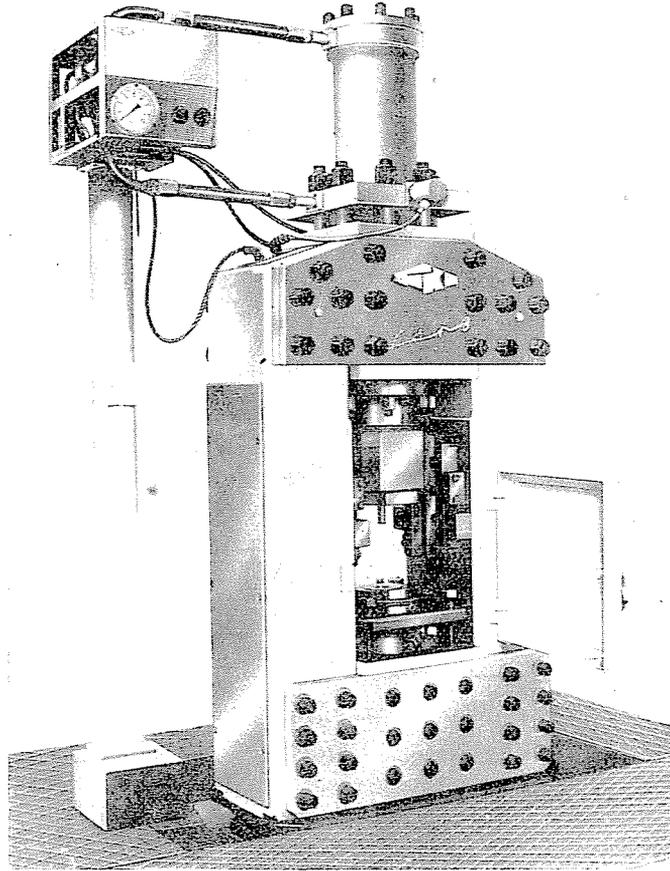


Abb. 1. Hochgeschwindigkeits-Umformmaschine NEK-8. Größtes Arbeitsvermögen 8 mMp

obere Werkzeughälfte zusammenführen lassen, u. zw. nicht nur unter statischen, sondern auch unter dynamischen Verhältnissen.

Die Zielsetzung der Abhandlung ist, diese Frage zu prüfen.

2. Messungen an der NEK-8 im statischen Zustand

Bis jetzt sind noch keine Genauigkeitsvorschriften für Hochgeschwindigkeits-Umformmaschinen bekannt. Auch bei Schmiedehämmern sind für die Bärschlittenführung keine besonderen Genauigkeitsvorschriften vorhanden, da das Zusammenführen der Werkzeughälften durch besondere Werkzeugführungselemente realisiert wird. Deshalb gingen wir von den Genauigkeitsvorschriften für geschlossene Kurbelpressen, die wichtigsten mit bildsamer Formung arbeitenden Maschinen, aus.

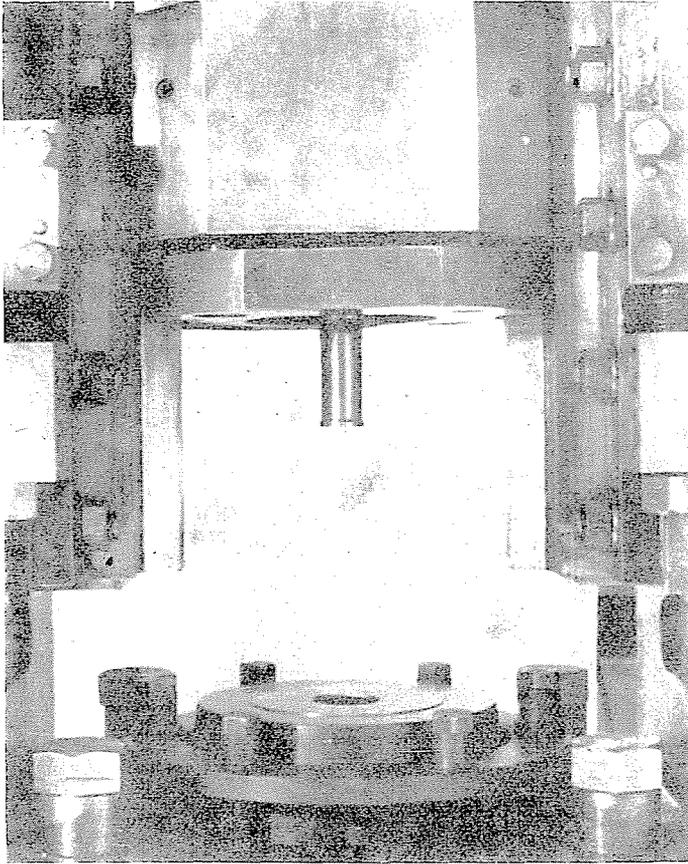


Abb. 2. Photo der Bärslittensführung der NEK-8

Von den Messungen in der Normvorschrift des RGW [5] wurden auf der Maschine Typ NEK-8 folgende durchgeführt:

- a) Ebenheit der Bärslittensunterebene (Abb. 3a).
- b) Ebenheit der Amboßfläche (Abb. 3b).
- c) vertikale Lage des Bärslittens zur Amboßebene (Abb. 3c).
- d) Abweichung des Bärslittenshubs von der Vertikalen (Abb. 3d).

Die Meßergebnisse sind wie folgt:

- a) die Abweichung von der Geraden $< 0,02$ mm (konkav), gemessen auf einer Länge von 300 mm;
- b) die Abweichung von der Geraden $< 0,02$ mm (konkav), gemessen auf einer Länge von 300 mm;
- c) mit Libellenwinkelmesser gemessen: im letzten Hubdrittel $89^{\circ}55'$ (Abb. 3c). Von der Bedienungsseite gesehen zeigt die Bärslittensachse nach hinten;

d) Auf 100 mm gerechnet beträgt die Abweichung von der Vertikalen 0,025 mm; von der Bedienungsseite gesehen zeigt die Bärslittensmittellinie nach der linken Führung (Abb. 3d).

Alle Meßergebnisse sind besser als die strengsten Vorschriften von [5].

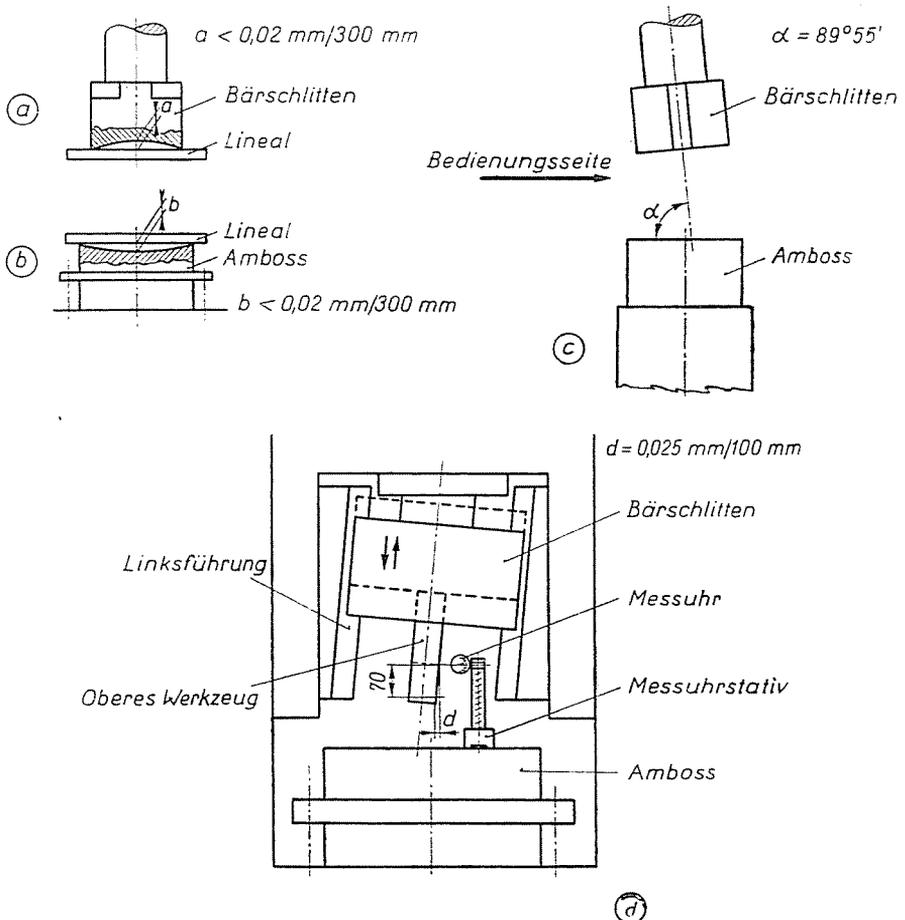


Abb. 3. Messungen in statischem Zustand auf der Hochgeschwindigkeits-Umformmaschine NEK-8. a) Ebenheit der unteren Platte des Bärslittens; b) Ebenheit der Amboßfläche; c) Vertikalfehler der Bärslittensmittellinie im Verhältnis zur Amboßfläche; d) Abweichung des Bärslittenshubs von der Senkrechten (die Abbildungen sind stark verzerrt)

3. Dynamische Messungen an der NEK-8

Aus den statischen Messungen erhält man kein genaues Bild über das Zusammenführen der unteren und der oberen Werkzeughälfte, da die Wirkung des geformten Werkstoffes auf die Maschine unbekannt ist. Deshalb erachteten

wir es für notwendig, die relative Lage zueinander der unteren und der oberen Werkzeughälfte im Betriebszustand zu bestimmen.

Der Betriebszustand wurde durch Rückwärtsfließen des Napfes verwirklicht. Aus den Änderungen der Wanddicken der rückwärtsfließgepreßten Nöpfe wird auf die Zusammenführung der Werkzeughälften geschlossen.

Bei einer vollkommenen Werkzeughälftenführung ist die Wanddicke der rückwärtsfließgepreßten Nöpfe überall die gleiche. In diesem Falle ist die Wanddicke (v) gleich der Hälfte des Durchmesserunterschiedes von Matrize (D) und Stempel (d)

$$D = d + 2v \quad (1)$$

$$v = \frac{D-d}{2} \quad (2)$$

Fallen die Achsen der zwei Werkzeughälften nicht zusammen, kommt ein exzentrischer Einschlag zustande. Wären die Führungsteile der Maschine vollkommen, so würden die kleinste und die größte Wanddicke des rückwärtsfließgepreßten Napfes um das Doppelte der Exzentrizität x voneinander abweichen (Abb. 4).

$$D = d + s_1 + s_2 \quad (3)$$

Aus dem Vergleich von (1) und (3) folgen

$$d + 2v = d + s_1 + s_2 \quad (4)$$

$$v = \frac{s_1 + s_2}{2} \quad (5)$$

bzw.

$$v = s_1 + x = s_2 - x \quad (6)$$

$$x = v - s_1 \quad (7)$$

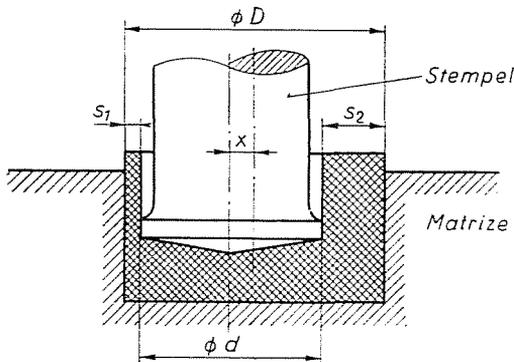


Abb. 4. Grundprinzip der Auswertung der dynamischen Messung

Ein vollkommenes Führen ist nicht anzunehmen, daher werden auch die nach (7) bestimmten Exzentrizitäten nicht gleich sein. Es ist von vornherein die Streuung um einen Mittelwert zu erwarten. Der Exzentrizitätsmittelwert ist ein sich wiederholender Fehler der Werkzeughälftenzusammenführung, während durch die Streuung um den Mittelwert die Schwankung der oberen Werkzeughälfte gegenüber der unteren ausgedrückt wird.

4. Versuchsdaten und Ergebnisse

Das Material des durch Rückwärtsfließen gepreßten Napfes war eine Legierung AlMgSi 0,5 K (gemäß Norm MSz 3714—63) mit den Prozentanteilen: Mg = 1%, Si = 0,6%, Mn = 0,03%, Fe = 0,17%.

Das Material wurde im Lieferzustand — ohne homogenisierende Wärmebehandlung — verwendet, seine Vickershärte betrug unter einer Belastung von 10 kp $HV_{10} = 50 - 55$ kp/mm².

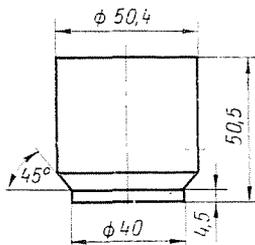


Abb. 5. Form und Maße des vorgepreßten Probekörpers

Das Ausgangsstangenmaterial hatte einen Nenndurchmesser von 50 mm. Aus der Stange wurden auf einer Drehbank 50 mm lange Stücke abgestochen. Damit die Durchmesserschwankungen der gepreßten Stange die Rückwärtsfließverhältnisse nicht beeinflussen, und damit sich das Napfvorfabrikat in der genau eingestellten Lage im Rückwärtsfließwerkzeug befindet, wurden sämtliche Probekörper auf einer hydraulischen Presse 200 Mp, mit Reduzierung bei gleichzeitigem Stauchen gemäß Abb. 5 bildsam geformt. Beim Vorformen wurde ein Schmiermittel — MOLARD-Paste mit Mo₂S Zugabe — verwendet. Das Nenngewicht der Probekörper betrug 260 Pond.

Die vorgepreßten Werkstücke wurden auf der Maschine NEK-8 in einem Rückwärtsfließwerkzeug gemäß Abb. 6 durch Rückwärtsfließen zu Näpfen geformt. Die Skizze des durch Rückwärtsfließen gepreßten Napfes ist in Abb. 7 zu sehen. Seine Gesamthöhe schwankte zwischen 61 und 75 mm in Abhängigkeit von der Größe der Einschlagenergie. Abb. 8 zeigt die Lichtbilder des Ausgangsstückes des Vorprodukts und des Fertigfabrikats. Das Rückwärtsfließen erforderte einen Arbeitsaufwand von 1500—2000 mkp. Die Einschlaggeschwindigkeit des Werkzeugs bewegte sich im Bereich von 10—15 m/s.

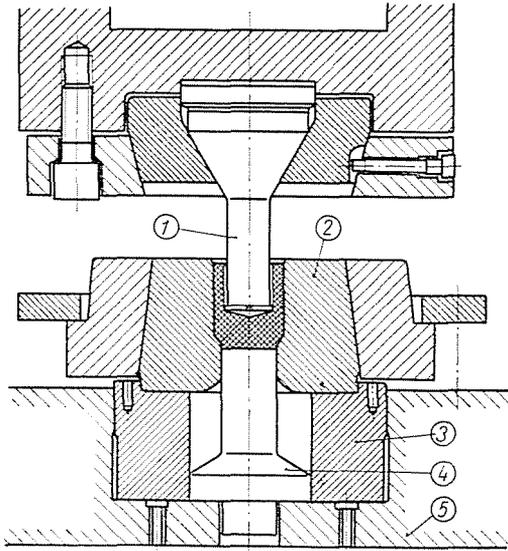


Abb. 6. Zusammenstellungszeichnung des Umformwerkzeuges für Näpfe.
1. Stempel. 2. Matrize. 3. Zwischenstück. 4. Auswerfer. 5. Amboß

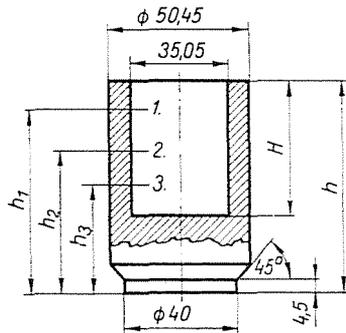


Abb. 7. Die Maße des nach dem Rückwärtsfließverfahren gepreßten Napfes

Die beim Rückwärtsfließen anfallende Kraft wurde in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Die auf den Stempel in tangentialer Richtung aufgeklebten Dehnungsmeßstreifen wurden in Potentiometerschaltung verwendet. Die erhaltenen Informationen wurden einem Oszilloskop zugeleitet und die auf dem Bildschirm erscheinenden Figuren photographiert. Daraus wurde der Kraftbedarf der Formung bestimmt, der 65—70 000 kp betrug. Die Werkzeuge wurden mit einem Molykote-Schmiermittel geschmiert.

Die Wanddicken der nach dem Rückwärtsfließverfahren gepreßten Nöpfe wurden mit Hilfe des Geräts in Abb. 9 längs des Gesamtumfangs laufend gemessen.

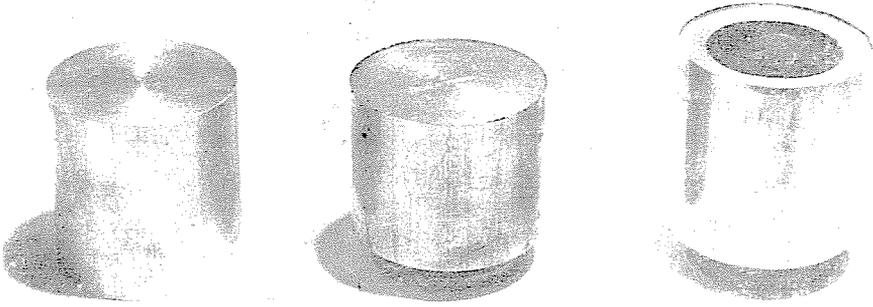


Abb. 8. Photos der Meßprobekörper. a) Ausgangsstück. b) Vorfabrikat. c) Fertigfabrikat

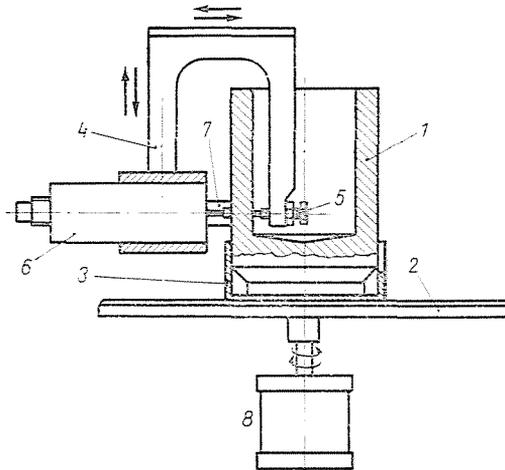


Abb. 9. Prinzipskizze des Wanddickenmeßgeräts

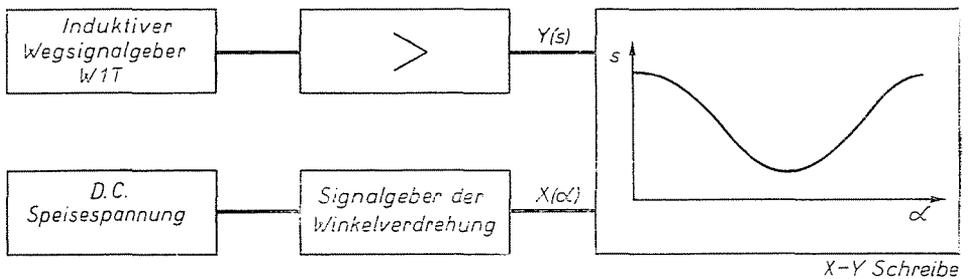


Abb. 10. Elektrisches Prinzipschaltbild des Wanddickenmeßgeräts

Die hergestellten Nöpfe (1) wurden in einer auf Mikroskoprundtisch (2) montierten gespalteten Hülse (3) befestigt. Ein steifer Bügel (4) reichte in den Napf hinein und in einen der Schäfte des Bügels wurden der steife Taster (5), in den anderen ein induktiver Wegsignalgeber (6) befestigt. Der Bügel (4) war auf dem Stativ in Wanddickenrichtung leicht und genau bewegbar. Die auf den Außenmantel des Probekörpers abgestützte Feder (7) sorgte dafür, daß der starre Taster (5) die Probekörperinnenwand berührt. Der federnde Taster des Wegsignalgebers (6) folgte der Außenmantelfläche. So berührten die Taster des Bügels ständig die Außen- und die Innenfläche des Zylinders, und zufolge der Selbsteinstellung des Geräts war die Messung frei von Exzentrizitätsfehlern. An die Vertikalachse des Mikroskoprundtisches schloß sich unmittelbar ein Winkelverdrehungswegsignalgeber an.

Die erhaltenen elektrischen Signale wurden verstärkt und in einen X—Y-Schreiber geleitet, der die Wanddicken in Abhängigkeit von der Winkelverdrehung aufzeichnet. Abb. 10 veranschaulicht das elektrische Prinzipschaltbild der Messung. Der Wanddickenmesser wurde mit Meßklötzchen, der Winkelverdrehungs-Signalgeber mittels des optischen Winkelmessers des Mikroskoprundtisches geeicht.

Die Änderungen der Wanddicke wurden von der unteren Ebene des Probekörpers in drei Ebenen und zwar in Höhen: $h_1 = 66$, $h_2 = 50$ und $h_3 = 38$ mm stetig gemessen (siehe Abb. 7).

Abb. 11 zeigt die Wanddickenänderung eines Probekörpers, gemessen längs des Umfangs in drei Höhen. Die Abbildung wurde durch den X—Y-Schreiber des Meßgeräts in Abb. 10 aufgezeichnet. Auf der waagerechten Achse entspricht der Abstand zwischen Anfangs- und Endpunkt 350° , da die

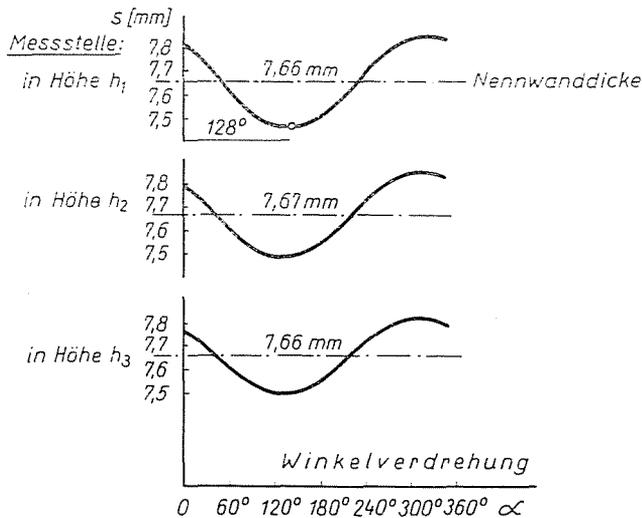


Abb. 11. Die mit einem X—Y-Schreiber aufgezeichneten Wanddicken- und Verdrehungsbilder, gemessen in den Höhen h_1 , h_2 , h_3 des Probekörpers

Lage der Näpfe im Werkzeug an den inneren Mantelflächen durch Ausfließen einer Rippe von 1 mm bezeichnet wurde. Die Rippe fiel mit der zur Bedienungsseite senkrechten Achse zusammen. Deswegen konnten die Näpfe nicht längs ihres vollen Umfangs abgetastet werden.

Aus den Wanddickenänderungen von etwa 140 Näpfen wurden nach (7) die größte Abweichung voneinander der unteren und oberen Werkzeugmittellinien und auch die entsprechenden Winkellagen bestimmt. Die Meßergebnisse sind in den Tabellen 1—6, u. zw. in Klassen eingeordnet, enthalten. (Die auf

Tabelle 1
Meßergebnisse x_1

Klasse [mm]	Klassenmitte [mm]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit P_i
0,11—0,13	0,12	1	0,0073
0,13—0,15	0,14	7	0,051
0,15—0,17	0,16	23	0,1680
0,17—0,19	0,18	40	0,2920
0,19—0,21	0,20	35	0,2660
0,21—0,23	0,22	20	0,1460
0,23—0,25	0,24	9	0,0654
0,25—0,27	0,26	1	0,0073
0,27—0,29	0,28	1	0,0073
		$n_1 = 137$ St.	

Mittelwert von x_1 $\bar{x}_1 = 0,192$ mm
Messungsstreuung $\sigma_1^* = 0,028$ mm

Tabelle 2
Meßergebnisse x_2

Klasse [mm]	Klassenmitte [mm]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit P_i
0,11—0,13	0,12	3	0,0207
0,13—0,15	0,14	5	0,0345
0,15—0,17	0,16	35	0,2420
0,17—0,19	0,18	39	0,2690
0,19—0,21	0,20	36	0,2480
0,21—0,23	0,22	21	0,1450
0,23—0,25	0,24	3	0,0207
0,25—0,27	0,26	0	0,0000
0,27—0,29	0,28	1	0,0069
		$n_2 = 143$ St.	

Mittelwert von x_2 $\bar{x}_2 = 0,184$ mm
Messungsstreuung $\sigma_2^* = 0,027$ mm

Tabelle 3
Meßergebnisse x_3

Klasse [mm]	Klassenmitte [mm]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit p_i
0,10—0,12	0,11	6	0,0426
0,12—0,14	0,13	13	0,0922
0,14—0,16	0,15	34	0,2411
0,16—0,18	0,17	47	0,3333
0,18—0,20	0,19	27	0,1915
0,20—0,22	0,21	13	0,0922
0,22—0,24	0,23	0	0,0000
0,24—0,26	0,25	0	0,0000
0,26—0,28	0,27	1	0,0071
		$n_3 = 141$ St.	

Mittelwert von x_3 $\bar{x}_3 = 0,171$ mm
 Messungsstreuung $\sigma_3^* = 0,026$ mm

Tabelle 4
Meßergebnisse α_1

Klasse [°]	Klassenmitte [°]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit p_i
107—113	110	2	0,0146
113—119	116	16	0,1160
119—125	122	32	0,2340
125—131	128	37	0,2700
131—137	134	33	0,2400
137—143	140	14	0,1020
143—149	146	1	0,0073
149—155	152	2	0,0146
		$n_1 = 137$ St.	

Mittelwert von α_1 $\bar{\alpha}_1 = 127,7^\circ$
 Messungsstreuung $\sigma_1^* = 8,0^\circ$

die Klassengrenzen fallenden Werte sind in die niedrigeren Klassen eingeordnet.) Die in den einzelnen Ebenen gemessenen Werte sind mit den Indizes der entsprechenden Ebenen versehen. x_1 bedeutet z. B.: das Abweichungsmaximum im Verhältnis zueinander der unteren und oberen Werkzeugmittellinien in einer Höhe von 66 mm vom Boden der Näpfe. α_1 ist der Ort der Abweichung x_1 .

Tabelle 5
Meßergebnisse α_2

Klasse [°]	Klassenmitte [°]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit p_i
102—109	105,5	2	0,0140
109—116	112,5	14	0,0980
116—123	119,5	30	0,2100
123—130	126,5	49	0,3420
130—137	133,5	27	0,1890
137—144	140,5	16	0,1120
144—151	147,5	3	0,0210
151—158	154,5	2	0,0140
		$n_2 = 143$ St.	

Mittelwert von α_2 $\bar{\alpha}_2 = 126,4^\circ$
Messungsstreuung $\sigma_2^* = 9,3^\circ$

Tabelle 6
Meßergebnisse α_3

Klasse [°]	Klassenmitte [°]	Häufigkeit n_i [St.]	Relative Häufigkeit p_i
105—111	108	5	0,0354
111—117	114	9	0,0638
117—123	120	28	0,1990
123—129	126	43	0,3050
129—135	132	27	0,1930
135—141	138	19	0,1350
141—147	144	9	0,0638
147—153	150	1	0,0070
		$n_3 = 141$ St.	

Mittelwert von α_3 $\bar{\alpha}_3 = 127,9^\circ$
Messungsstreuung $\sigma_3^* = 8,9^\circ$

In der Ebene 1 (in der Höhe h_1 , siehe Abb. 7) beträgt die durchschnittliche Abweichung voneinander der unteren und oberen Werkzeughälften-Mittellinien

$$\bar{x}_1 = 0,192 \text{ mm,}$$

die Messungsstreuung: $\sigma_1^* = 0,028 \text{ mm.}$

In der Ebene 2 (in der Höhe h_2 , siehe Abb. 7) ist die durchschnittliche Abweichung gleich

$$\bar{x}_2 = 0,184 \text{ mm,}$$

die Messungsstreuung: $\sigma_2^* = 0,027 \text{ mm.}$

In der Ebene 3 (in der Höhe h_3 , siehe Abb. 7) ist die durchschnittliche Abweichung

$$\bar{x}_3 = 0,171 \text{ mm,}$$

die Messungsstreuung: $\sigma_3^* = 0,026 \text{ mm.}$

Nach der Angaben in Tabelle 1 wurde Abb. 12, die Häufigkeitskurve der Abweichungen x_1 gezeichnet. (Auch mit den Angaben der Tabellen 2 und 3 erhält man ähnliche Kurven.)

Die Auswertung der Meßergebnisse auf Grund der Analyse der Erfahrungsverteilungsfunktion kann unter der Voraussetzung einer Gaußschen Verteilung gut angenähert werden. Um die Häufigkeitswerte x_1 wurde die Einhüllende der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der auf Grund der Meßmittelwerte und -Streuung bestimmten Normalverteilung gezeichnet. Die vom Mittelwert rechts und links in Entfernungen von $4\sigma_1^*$ fallenden x_1 Werte wurden bestimmt. Dazu gehören Mindest- und Höchstwert von x_1

$$x_{1 \min} = \bar{x}_1 - 4\sigma_1^* = 0,080 \text{ mm.}$$

$$x_{1 \max} = \bar{x}_1 + 4\sigma_1^* = 0,304 \text{ mm.}$$

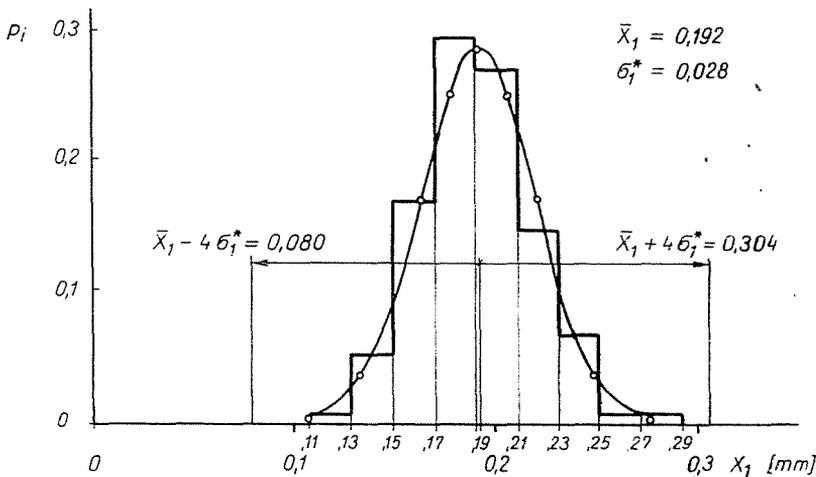


Abb. 12. Das Histogramm der Abweichungen x_1 in Höhe h_1 und die aus den Mittelwerten und der Streuung der Messungen konstruierte Kurve der Normalverteilung

Auf Grund des Fehlerintegrals der Gausskurve betragen die Abweichungen innerhalb der Werte

$$0,080 \leq x \leq 0,304$$

99,994% aller möglichen Fälle, falls der Erklärungsbereich von x

$$-\infty \leq x \leq +\infty$$

ist. Aus den geometrischen Daten der Maschine folgt jedoch, daß x nicht beliebig groß sein kann. Abweichungen unter $x = 0,080$ mm bedeuten, daß sich die Einschlaggenauigkeit dem idealen Wert $x = 0$ nähert. Auf Grund des vorigen Gedankenganges ist einzusehen, daß die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion sowohl von unten wie auch von oben beschränkt sein muß. Daraus folgt, daß bei der angegebenen Werkzeugeinstellung die Vorkommenswahrscheinlichkeit von Abweichungen über $x = 0,304$ mm, d. h. das Ausschluß-Wahrscheinlichkeitsniveau, unter $3 \cdot 10^{-5}$ ist.

Die größten Winkelstellungen in den Höhen h_1, h_2, h_3 (siehe Abb. 7) sind der Reihe nach $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$.

Winkel α in Grad		Streuung der Messungen in Grad	
1	127,7	1	8,0
2	126,4	2	9,3
3	127,9	3	8,9

Die Häufigkeitskurve der maximalen Winkelstellungen (α_1) von x_1 ist auf Grund

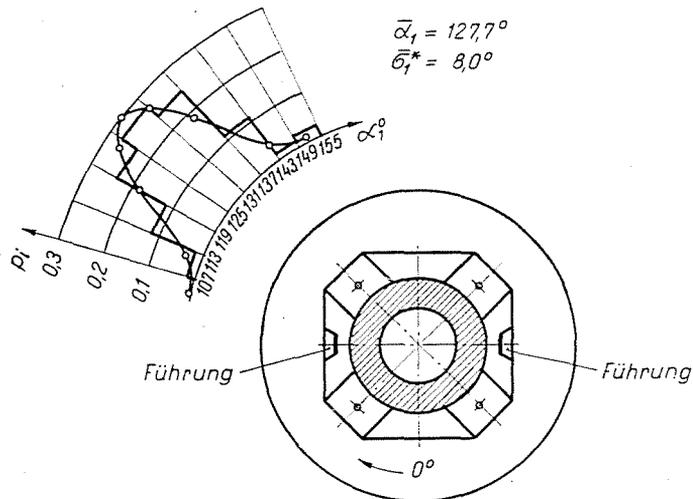


Abb. 13. Aus den Angaben α_1 konstruierte Häufigkeitskurve. Die wahrscheinlichste Winkel-lage der Abweichung α_1 ist $-127,7^\circ$, von der Bedienungsseite aus im Uhrzeigersinn

von Tabelle 4 in Polarkoordinaten in Abb. 13 zu sehen. (Die mit den Angaben der Tabellen 5 und 6 konstruierten Abbildungen sind der Abb. 13 ähnlich.)

Der Ort der maximalen Abweichungen ergab sich — aus der Konstruktionslösung der Führung folgend — zu etwa $\alpha_1 = 135^\circ$, dem erwarteten Wert.

5. Schlußfolgerungen aus den Meßergebnissen

Der Mittelwert der Abweichungen x ist der systematische Fehler. Das ist der Einstellungsfehler der Lage im Verhältnis zueinander der Führung und der beiden Werkzeughälften. Sein Höchstwert betrug bei unseren Messungen $\bar{x}_1 = 0,192$ mm, obwohl der Stempel mit Hilfe des Stempleinstellringes zur Matrize eingestellt wurde. Deshalb muß die genaue Ausrichtung der Werkzeughälften bei Reihenfertigung der durch Rückwärtsfließen gepreßten Erzeugnisse mit Hilfe einiger Probemessungen korrigiert werden, da nämlich die wenige mm breite Mantelfläche auf dem Arbeitsteil des Stempels ein genaueres Ausrichten nicht ermöglicht.

Beim Entwerfen von Schmiedewerkzeugen mit geschlossenem Gesenk darf die Lücke (Δr) zwischen den ineinander eingreifenden Werkzeughälften in Halbmesserrichtung die Summe des Einstellfehlers und der Schwankung der Maschine nicht unterschreiten, d. h. es kann im allgemeinen ausgesagt werden:

$$\Delta r \geq \text{Einstellfehler} + 0,1 \text{ mm} \approx 0,3 \text{ mm.}$$

Zusammenfassung

In der Abhandlung wird die Einschlagfestigkeit des Bärslittens der Hochgeschwindigkeits-Umformmaschine Typ NEK-8 untersucht. Die Genauigkeit der Bärslittensführung wird unter statischen Verhältnissen bestimmt. Unter dynamischen Bedingungen wird die Abweichung im Verhältnis zueinander der Mittellinien des Bärslittens und der unteren Werkzeughälfte, d. h. die Bärslittenschwankung ermittelt. Dies erfolgt in indirekter Weise, aus den Abweichungen der Wanddickenmaße der nach dem Rückwärtsfließverfahren gepreßten Näpfe. Die Bärslittenschwankung beträgt 0,1 mm. Beim Entwerfen von Werkzeugen mit geschlossenem Gesenk wird für die Lücke zwischen den sich schließenden Werkzeugelementen $\Delta r \geq 0,3$ mm vorgeschlagen. Die Lücke ist auch für den Ausgleich der Zerstückungsungenauigkeiten notwendig.

Literatur

1. BRONIN, G. K.: Kusnetschno-schtampowotschnoe Proiswodstwo, H. 9 (1967) 34.
2. GLANVILLE-JONES, R.: Journal of the Institute of Metals 97 (1969) 257—270.
3. GILLEMOT, L.: Métallurgie, 101 (1969) 333—340.
4. GILLEMOT, L., MORZÁL, J., GILLEMOT, L. JR.: Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae, Budapest 64 (1969) 259—285.
5. Zentralstelle für Normung der Werkzeugmaschinen, Ministerium für Hüttenwesen und Maschinenindustrie, Normentwürfe 25,4505 T und 25,4584 T (im Druck).

Ödön SZABADÍTS, Budapest, XI., Bertalan L. u. 7, Ungarn