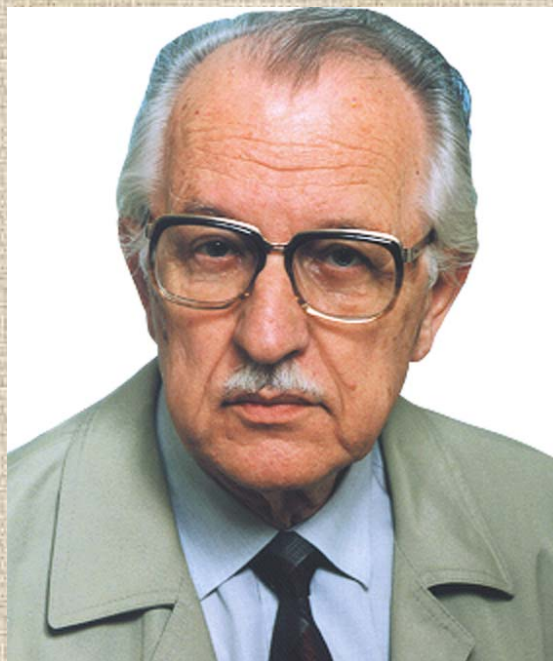


Nekaj kamenčkov iz
življenja in ustvarjanja
prof. GOLOGRANC-a



Univerza v Ljubljani

10. 03. 2000
Kuzman / Švetak



Fakulteta za strojništvo



Mladost in začetek študija

23.1.1920 rojen v Slovenskih Konjicah

1930 - 1938 gimnazija v Mariboru in Celju

1938 - 1941 študij na elektrostrojnem oddelku
Tehniške fakultete Univerze v Ljubljani

Študij in vojna

1941 – 1942 pogojno vpisan na Tehniško visoko šolo
v Gradcu

1942 izključen iz Tehniške visoke šole v Gradcu

1942 – 1943 mobiliziran na delo v letalsko tovarno na
Dunaju

1943 – 1945 prisilno mobiliziran v nemško vojsko

1945 – 1947 delal v industriji gradbenega materiala

Dokončanje študija, začetek akademske kariere in industrijske izkušnje

- 1947 – 1950** študij in diploma na Tehniški fakulteti
Univerze v Ljubljani
- 1950 – 1952** konstruktor v Centralnem konstrukcijskem
biroju Ministrstva za težko industrijo
SFRJ v Ljubljani
- 1952** asistent na Katedri za tehnologijo
Tehniške fakultete
- 1952 – 1953** specializacija v tovarni obdelovalnih strojev
Waldrich / ZRN
- 1956 – 1957** vpis na VTŠ Aachen in specializacija v
tovarni obdelovalnih strojev Schiess /ZRN

The background of the slide is a spiral-bound notebook with a light beige, textured cover and a silver metal spiral binding on the left side. The text is printed in black on the notebook's surface.

Univerzitetni učitelj

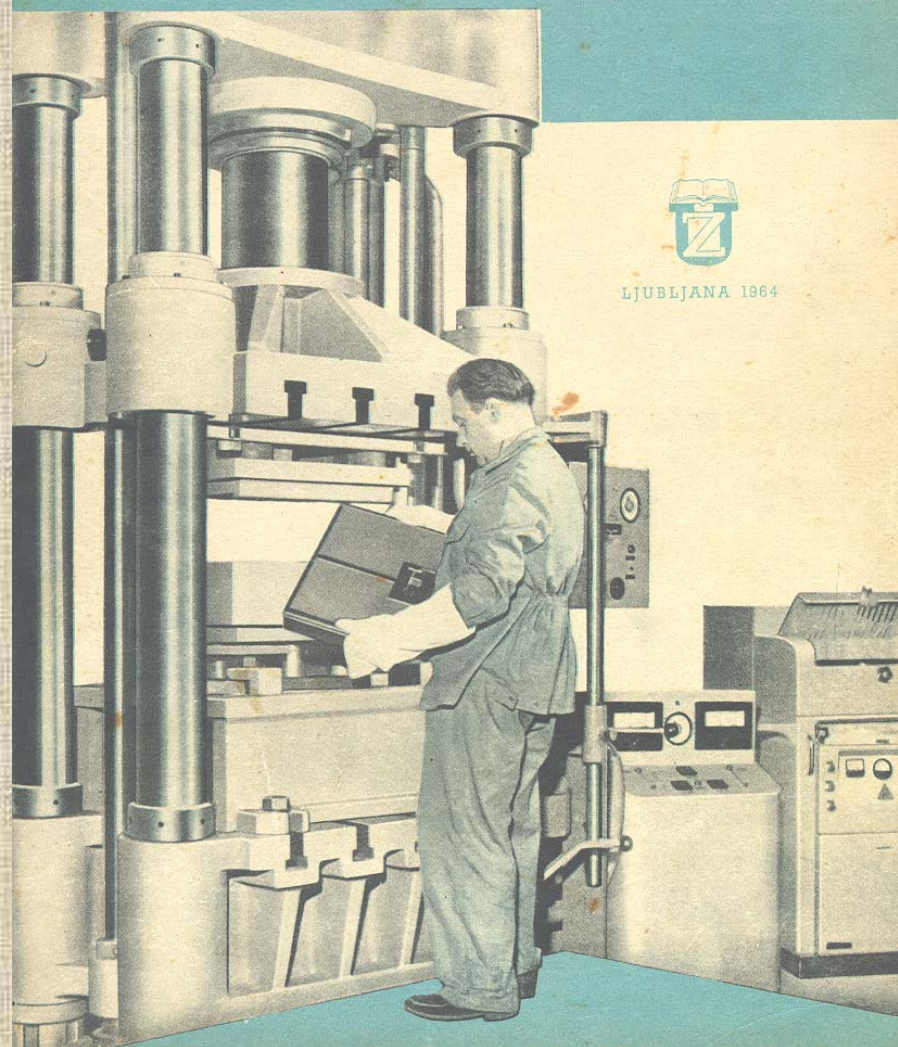
1961

**docent za Tehniko preoblikovanja in
Teorijo plastičnega preoblikovanja na
Fakulteti za strojništvo**

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

FRANC GOLOGRANC

TEHNIKA PREOBLIKOVANJA



LJUBLJANA 1964

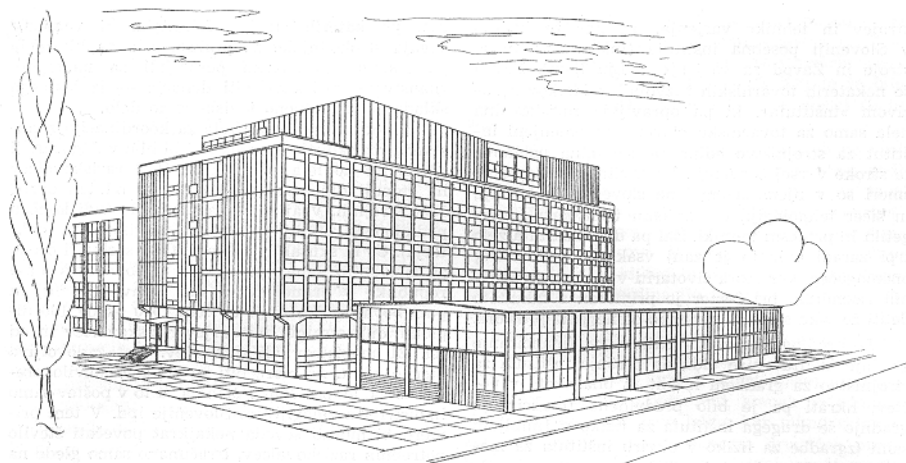
Prva generacija absolventov (druge stopnje) - tehnologov



Tehnologi

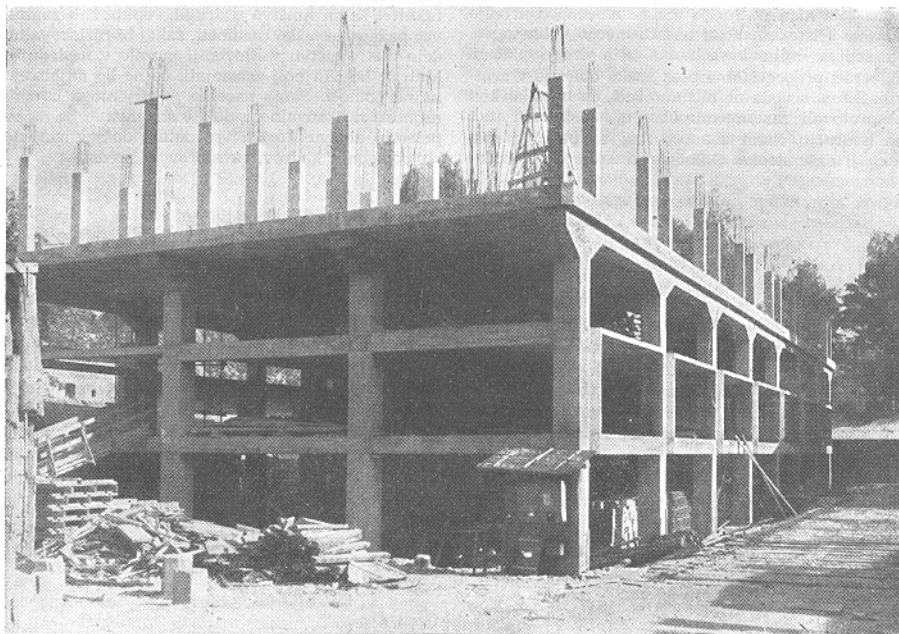
1. Bartolj Franc
2. Bleiweis Andrej
3. Bošnjaković Radivoje
4. Brus Jože
5. Gašperin Stanko
6. Golias Hinko
7. Grebenc Ivan
8. Hočevar Janez
9. Komar Anton
10. Koželj Petar
11. Kravić Halid
12. Kratovac Jusuf
13. Kušar Matjaž
14. Kuzman Karel
15. Lazar Dane
16. Marčičev Dušan
17. Marolt Viljem
18. Milošević Raja
19. Noč Miroslav
20. Orešnik Viktor
21. Paller Deziderij
22. Palijan Matija
23. Pavlin Slobodan
24. Pratekar Tone
25. Rakita Špiro
26. Runič Vojislav
28. Stipić Ilija
27. Sladoje Vaso
29. Štern Franc
30. Trifunović Danilo
31. Vilč Danilo
32. Vuga Lucijan
33. Vulović Milivoje
34. Zeme Ervin
35. Žagar Peter
36. Žontar Marko

Tako naj bi bilo...



Načrt nove zgradbe Fakultete za strojništvo v Ljubljani

...tako pa je sedaj



Zgradba Fakultete za strojništvo po ustavitvi gradbenih del

Aktivna sodelava

pri gradnji

nove stavbe

Fakultete za strojništvo



Znanstveno-raziskovalno delo v tujini

1967 – 1974 občasni znanstveni sodelavec na
Institutu za preoblikovalno tehniko
Univerze v Stuttgartu / ZRN

1975 doktorat na Institutu za preoblikovalno
tehniko Univerze v Stuttgartu / ZRN

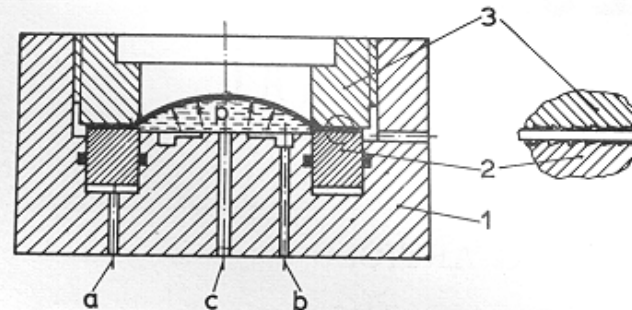
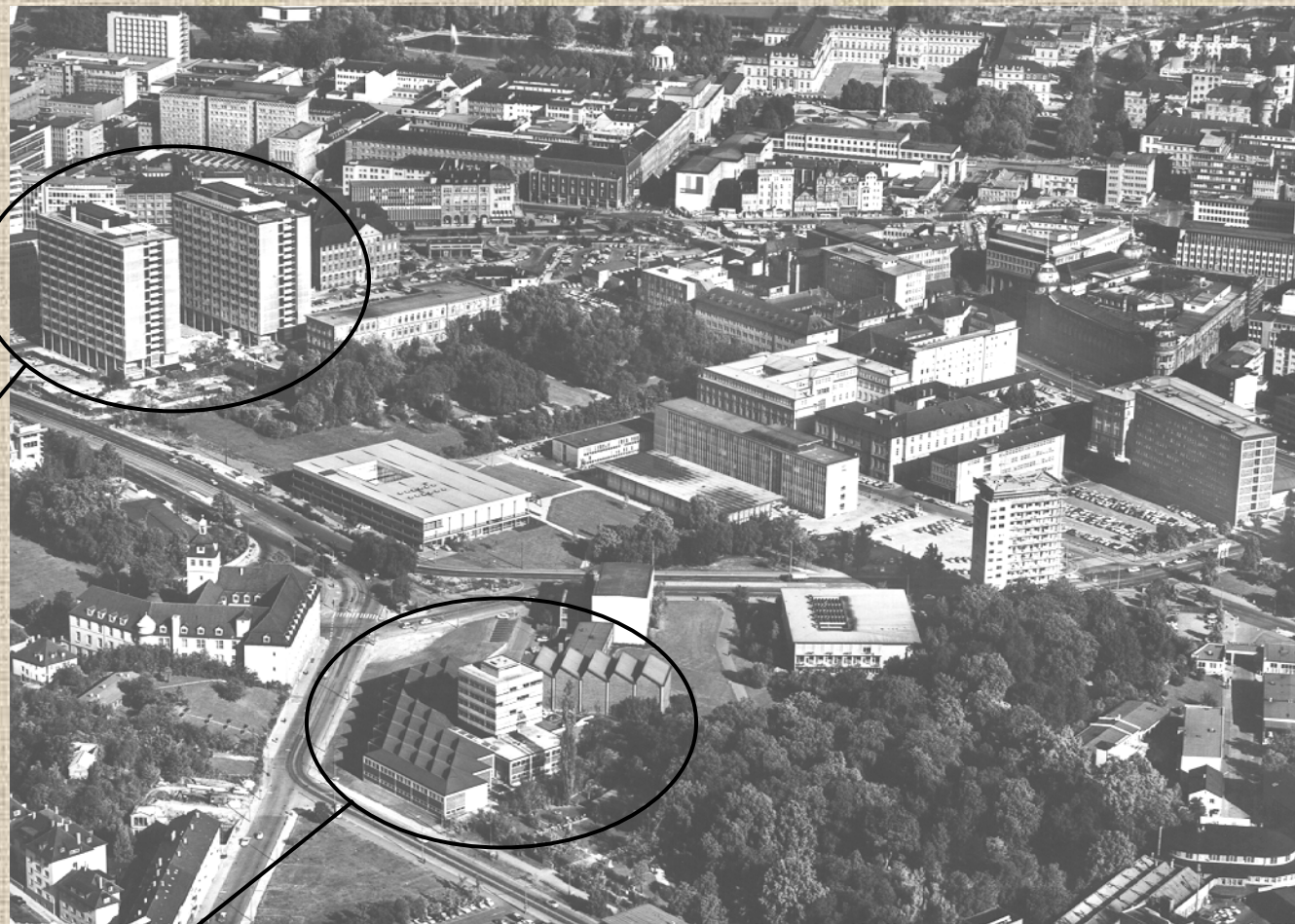


Fig. 1. *Bulging by hydraulic pressure*

1 — clamping cylinder, 2 — piston, 3 — die, a — inlet of pressure for clamping, b — inlet of pressure for bulging, c — ventilation

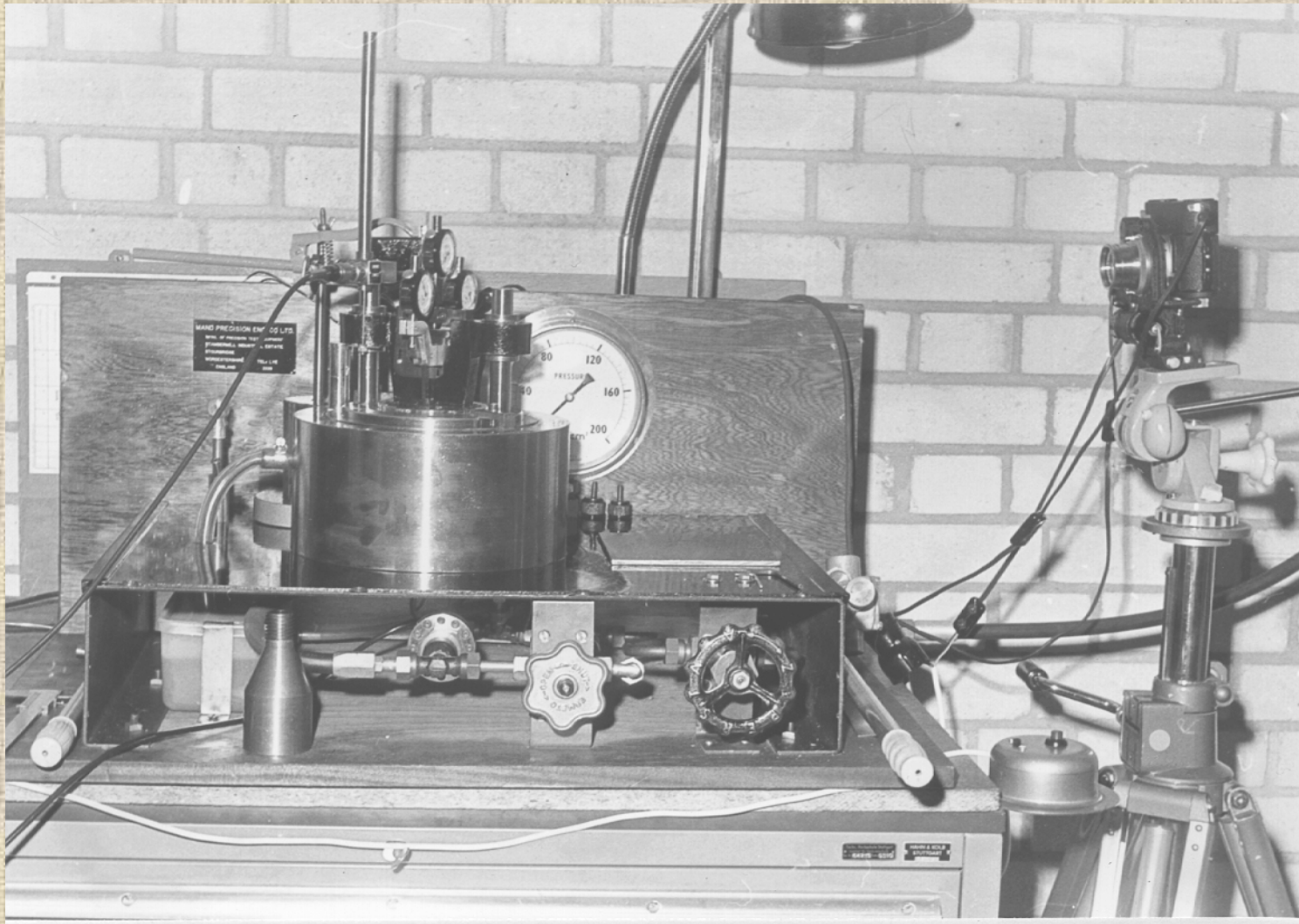


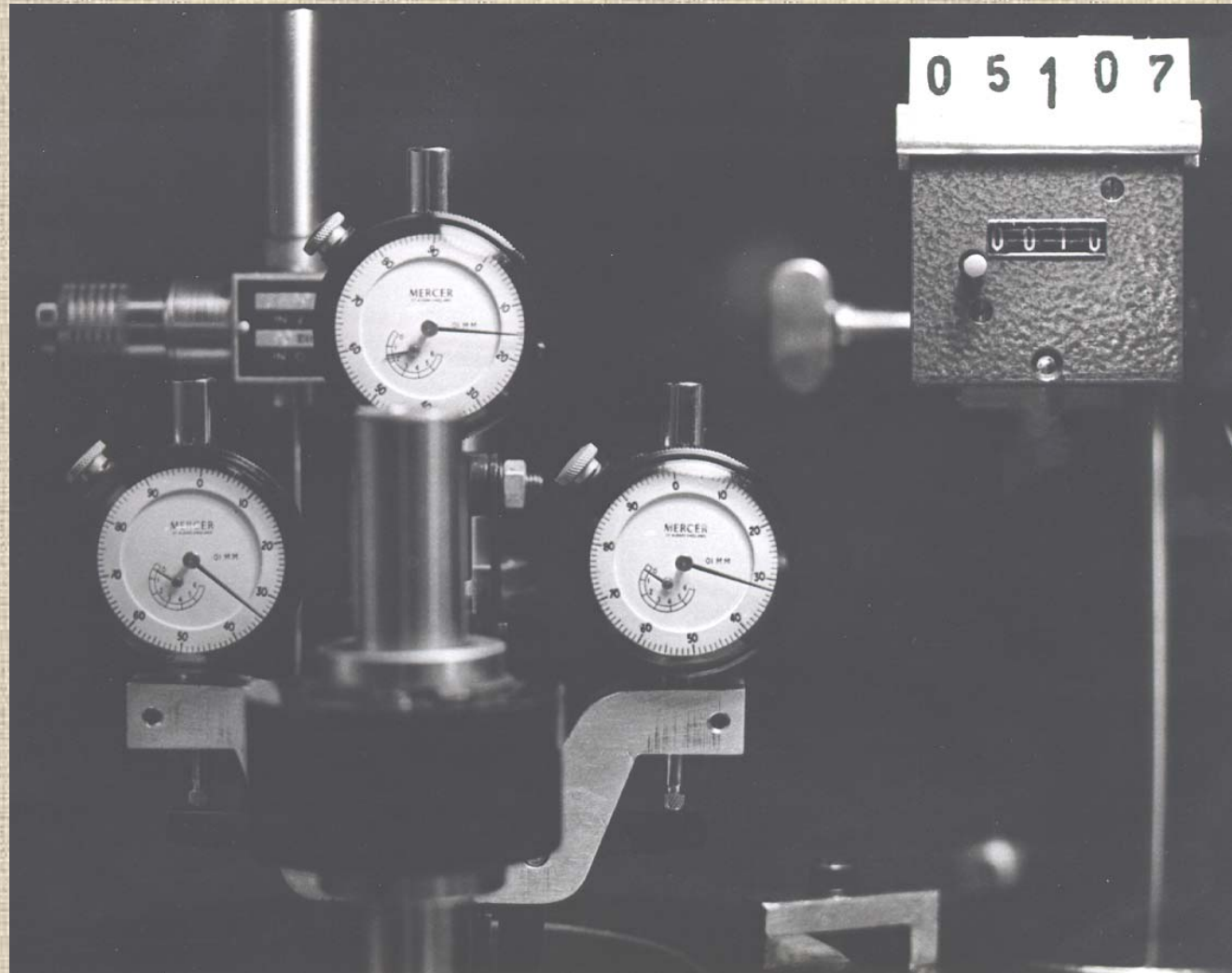
1

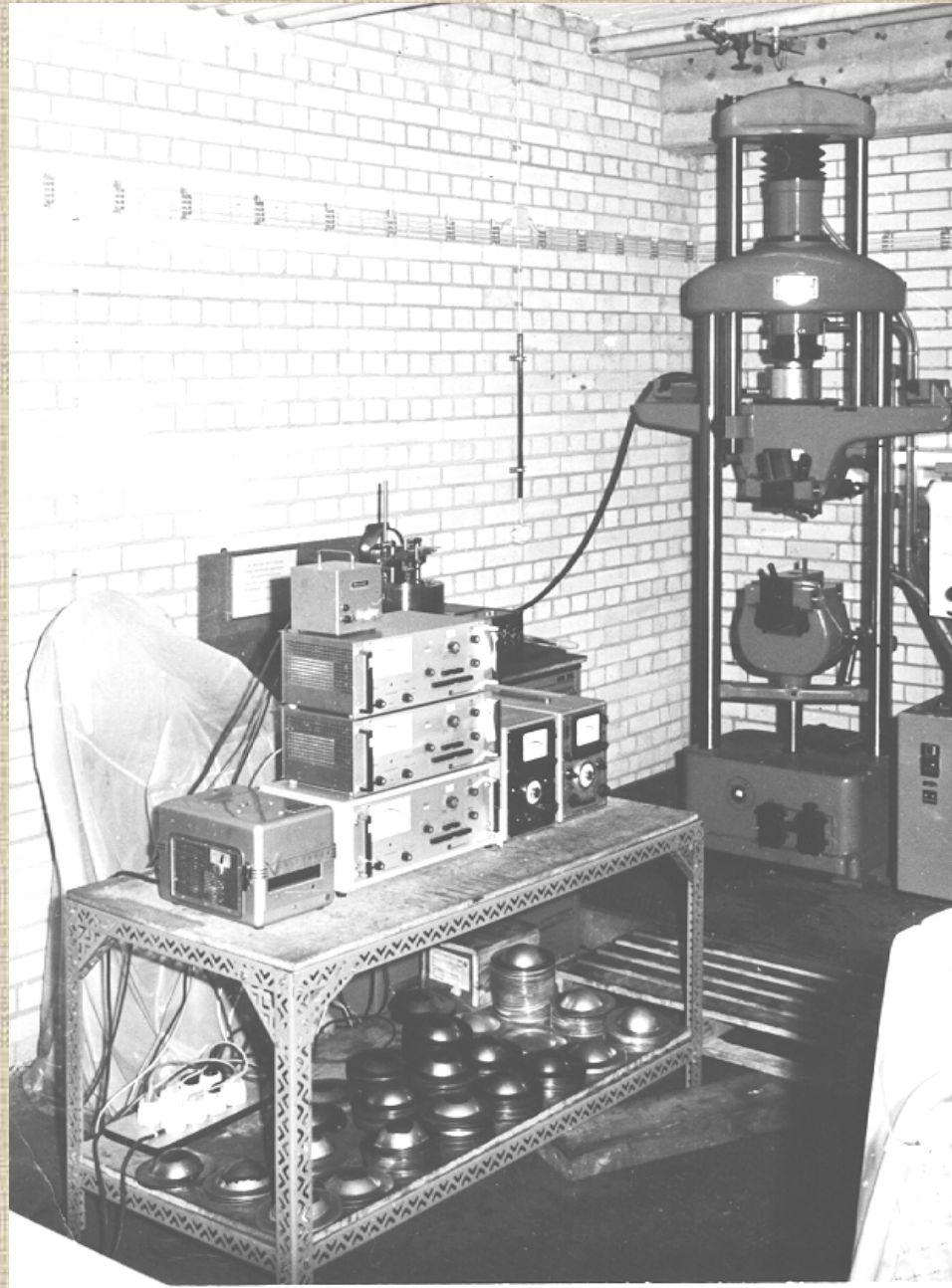
2

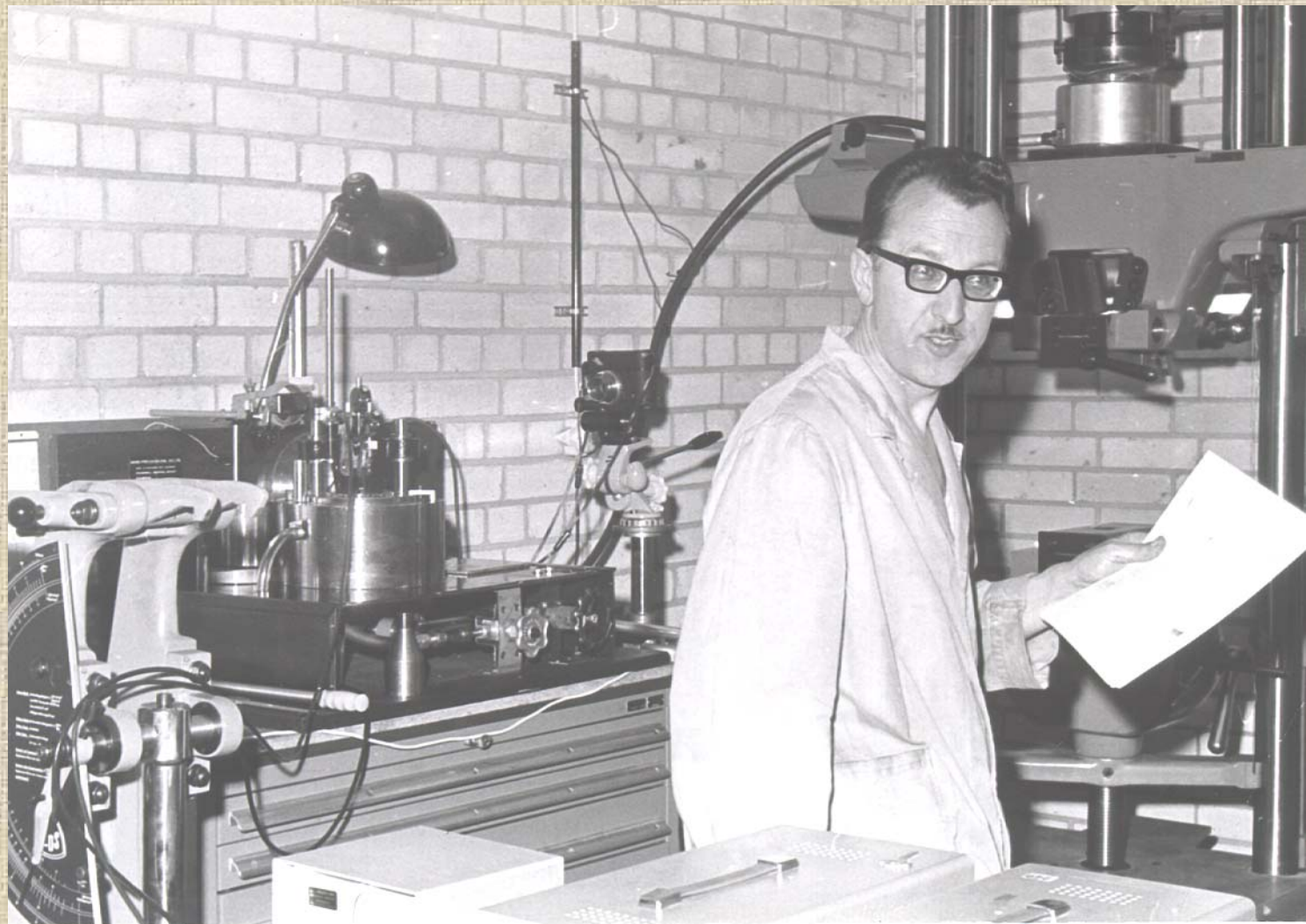
Stuttgart

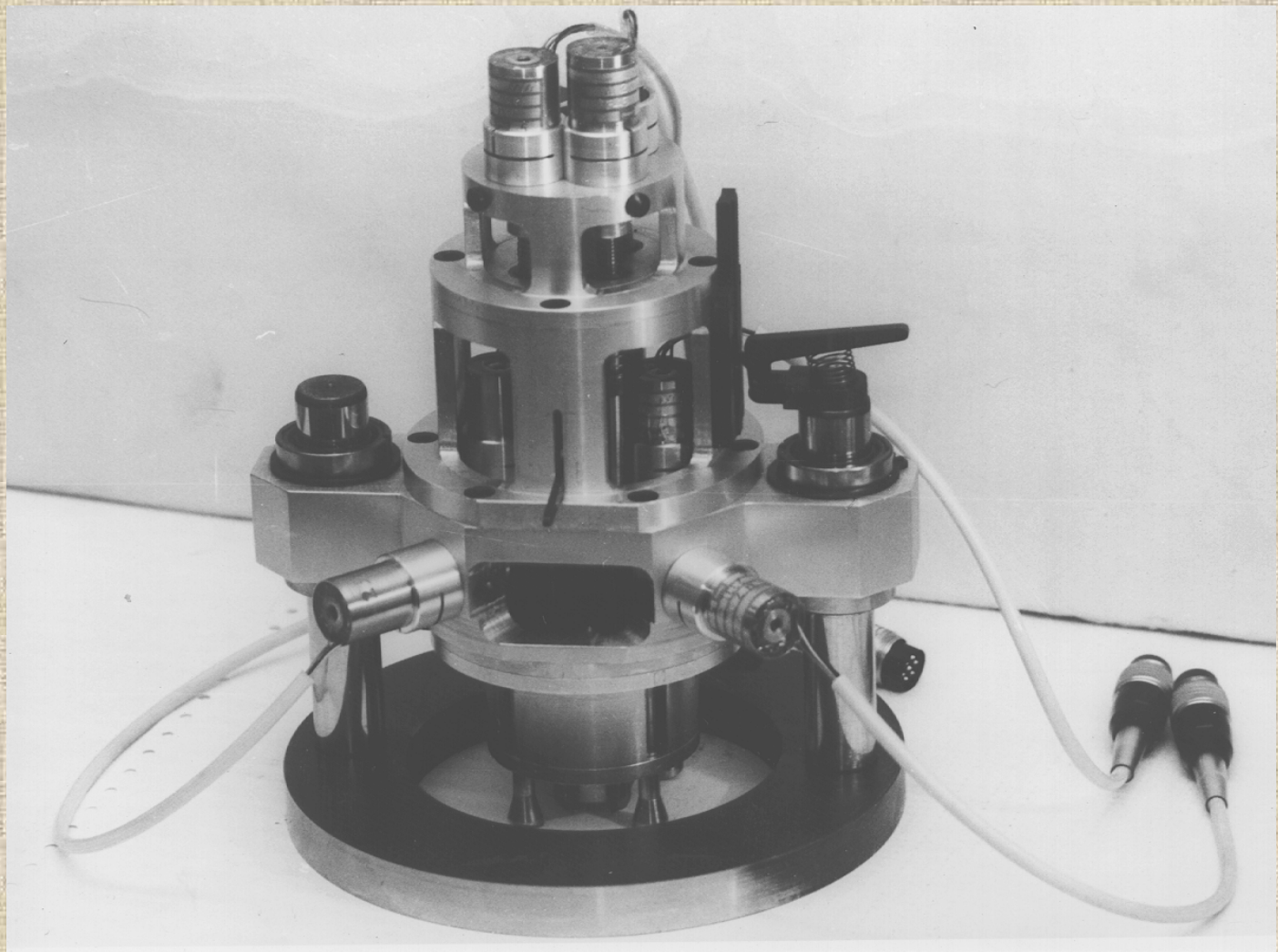
Fakulteta za strojništvo - 1
Institut za preoblikovanje - 2

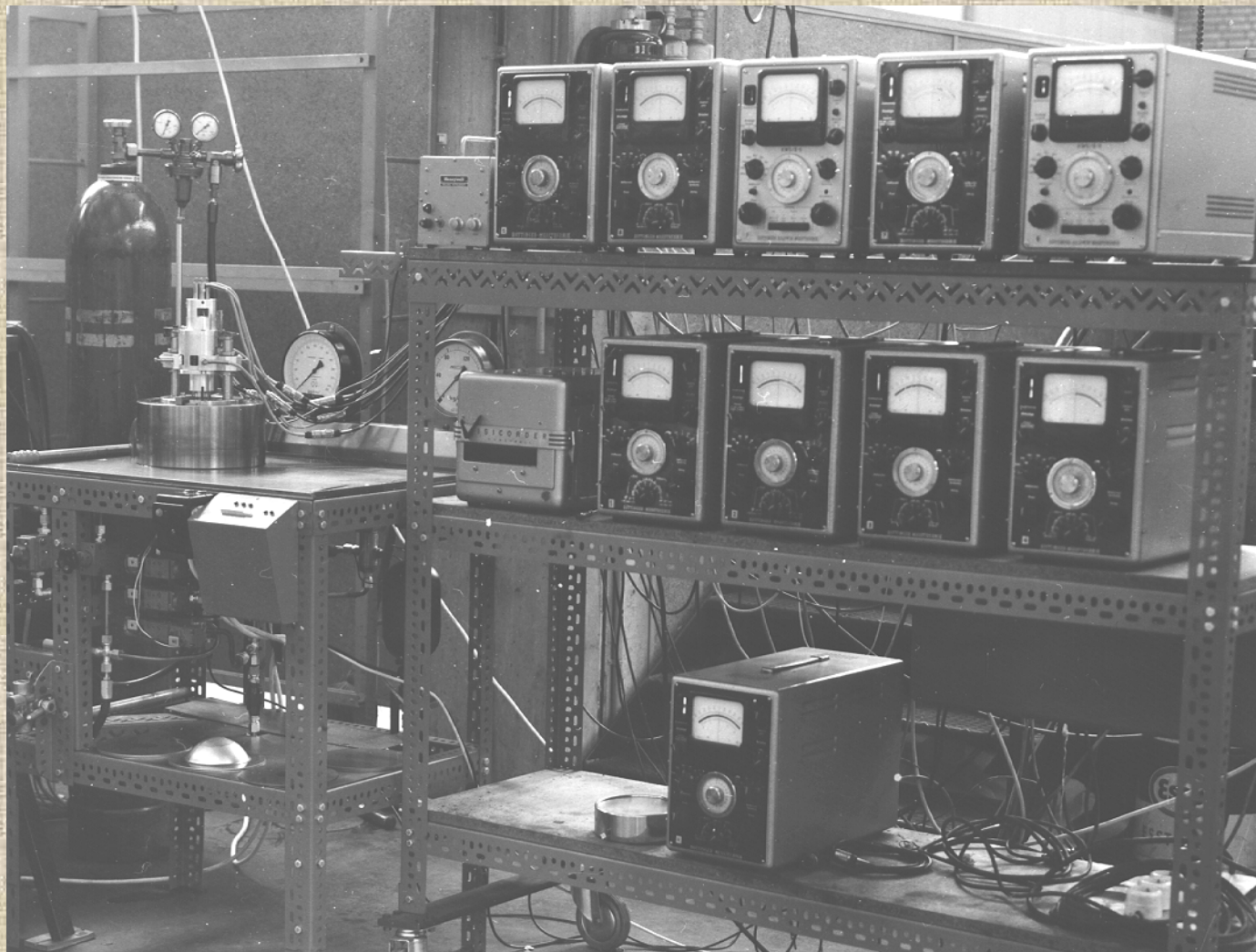
















Herrn Franc Golgranc
zur Erinnerung an seine
Doktorprüfung am 21.4.1975

H. Junger

Mantel L. Bredt	W. Lipp	M. Farnwald
Margdalene Jager	Diebler	Linting
M. H. Fuchs	J. Müller	G. Meiermann
Dr. Kammann	S. Kuttelmann	K. Moring
E. Jannemann	R. Zeller	H. O. Schack
B. Wald	J. Eggenmann	Peter Metzger
Gerhard Frank	h. Schumpf	Har. Paul
Dieter Schwan	Jo. Heinenmann	Paul Schmeier
H. Kaiser	D. Frank	Hans Wilhelm
Klaus Biele	P. Procher	

Berichte aus dem Institut für Umformtechnik
Universität Stuttgart
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. K. Lange

31

1975

**Beitrag zur Ermittlung von Fließkurven
im kontinuierlichen
hydraulischen Tiefungsversuch**

von
Dipl.-Ing. Franc Golobranec

VERLAG W. GIRARDET · ESSEN

»Zrela« leta

1976

**izredni profesor na Fakulteti za strojništvo
Univerze v Ljubljani**

1982

**redni profesor na Fakulteti za strojništvo
Univerze v Ljubljani**

1989

upokojitev

Objave v tujini

Dipl.-Ing. F. Golobranc, Ljubljana

DK 621.98.011:620.162.2

Untersuchungen der hydraulischen Tiefung zur Aufnahme von Fließkurven an Blechwerkstoffen

Mitteilung aus dem Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart (TH)

Der Verfasser berichtet über einen Teil der Ergebnisse, die beim Untersuchen der hydraulischen Tiefung von Blechwerkstoffen im Zusammenhang mit der Aufnahme von Fließkurven gewonnen wurden. Das Verfahren zur kontinuierlichen Tiefung und der dazu notwendige Versuchsaufbau werden beschrieben. Die Ergebnisse der diskontinuierlichen und kontinuierlichen Versuche werden an Hand einiger Fließkurven betrachtet.

1. Einleitung

Der sogenannte hydraulische Tiefungs-(Ausbeul-) Versuch bietet heute eine verhältnismäßig einfache und brauchbare Methode zum Aufnehmen von Fließkurven und zum Beurteilen der technologischen Eigenschaften dünner Bleche. Bei diesem Versuch wird ein Blechzuschnitt am Umfang in eine Vorrichtung gespannt und einseitig durch einen hydraulischen Druck beaufschlagt. Durch den zunehmenden Druck wölbt sich das Blech in die runde Öffnung der Matrice, wobei die Gestaltung der Wölbung ausschließlich auf Kosten der Blechdicke des Zuschnittes eintritt. Das heißt, daß während der Tiefung kein Werkstoff aus dem die Wölbung umgebenden Rande nachfließen kann. Diese Bedingung ist nur dann erfüllt, wenn das Blech im Werkzeug festgeklemmt wird, so daß es aus der Einspannung nicht nachfließen kann.

Aus der allgemeinen Theorie der Schalen ist bekannt, daß der Spannungszustand in einer Schale im wesentlichen durch Membrankräfte charakterisiert werden kann. In der unmittelbaren Umgebung der Schalenränder kann der Spannungszustand von diesem Membranzustand erheblich abweichen, weil dort die Biegespannungen Randstörungszustände hervorrufen, deren Wirkungen aber mit wachsender Entfernung von den Schalenrändern rasch abnehmen, so daß innerhalb der gesamten Schale bis in die Nähe ihres Randes fast ein reiner Membranzustand vorliegt. Unter diesen Voraussetzungen und bei Vernachlässigung der mittleren Spannung senkrecht zur Schalenoberfläche kann zunächst angenommen werden, daß sich die Kuppe der Ausbeulung unter dem Einfluß des hydrostatischen Druckes in einem homogenen zweiachsigen Spannungs-Dehnungs-Zustand befindet.

Für die rechnerische Ermittlung der in einem Schalenkörper auftretenden Spannungen stehen allgemein die Gleichgewichtsbedingungen der Kräfte, die an einem durch zwei orthogonale beliebige Schnitte begrenzten Schalenelement wirken, sowie die Fließbedingung des sich verfestigenden Werkstoffes, zur Verfügung [1]. So folgt aus der Gleichgewichtsbedingung in Richtung der Meridiantangente

$$d(\sigma_1 \cdot s) = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1) \cdot s}{R} dR$$

und in Richtung der Schalennormale

$$\frac{\sigma_1}{\rho_1} + \frac{\sigma_2}{\rho_2} = \frac{p}{s}$$

Hierin bedeuten

σ_1 und σ_2 : Hauptspannungen in meridionaler und Umfangsrichtung
 ρ_1 und ρ_2 : Krümmungsradien des Schalenelementes im Meridianschnitt sowie im senkrecht zu diesem stehenden Hauptnormalschnitt

p : hydraulischer Druck (Beuldruck)

s : Blechdicke des Schalenelementes

R : Krümmungshalbmesser des Breitenkreises

Da die beiden in der Tangentialebene liegenden Hauptspannungen σ_1 und σ_2 bei dem angenommenen Membran-Spannungszustand gleich sind und auch die beiden Krümmungsradien im Bereich der Schalenkuppe gleichgesetzt werden können ($\rho_1 = \rho_2 = \rho$), errechnet sich die in der Kuppe wirksame Spannung zu

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{p \cdot \rho}{2 \cdot s}$$

Für die Vergleichsspannung nach der Hypothese v. Mises/Huber erhält man bei zweiachsigen Spannungszustand ($\sigma_3=0$)

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2} = \sigma_1 = \frac{p \cdot \rho}{2 \cdot s}$$

Da in jedem Punkt des Werkstückes ein homogener zweiachsiger Formänderungszustand herrscht, sind auch die Dehnungen in beiden Richtungen gleich. So haben wir den Zustand

$$\varphi_1 = \varphi_2, \quad -\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2 = \varphi_{33}$$

wo φ_3 die logarithmische Formänderung in Richtung der Blechdicke bedeutet.

Die Vergleichsformänderung

$$\varphi_v = \sqrt{\frac{2}{3} (\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3^2)}$$

ist demnach im Bereich der Kuppe

$$\varphi_v = -\varphi_3 = \ln \frac{s_0}{s}$$

wobei s_0 die Blechdicke des Zuschnittes vor dem Versuch darstellt.

Anhand dieser Gleichungen und der beim hydraulischen Ausbeulversuch gemessenen augenblicklichen Werte für die radiale Dehnung φ_1 und den hydraulischen Druck p kann der funktionelle Zusammenhang zwischen der Vergleichsspannung und Vergleichsformänderung beim zweiachsigen Streckziehvorgang dargestellt werden.

Zum Berechnen der in der Schalenkuppe auftretenden Spannung muß auch der Krümmungsradius ρ bekannt sein, der sich aus der geometrischen Beziehung

$$\rho = \frac{r^2 + h^2}{2h}$$

errechnen läßt. Dabei ist r der Halbmesser eines als Meßbasis dienenden Kreises am Blechzuschnitt und h die gemessene Höhe des entsprechenden Kugelabschnittes. Damit eine genügende Meßgenauigkeit gewährleistet werden kann, soll der Durchmesser des Meßkreises $2r < 0,25 D$ sein, wobei D der Durchmesser der Matrizenöffnung ist.

Nachdem die beiden Hauptspannungen σ_1 und $\sigma_2 = \sigma$ und die beiden Formänderungen in meridionaler und tangentialer Richtung annähernd gleich gesetzt werden können, ergibt sich für den hydraulischen Tie-

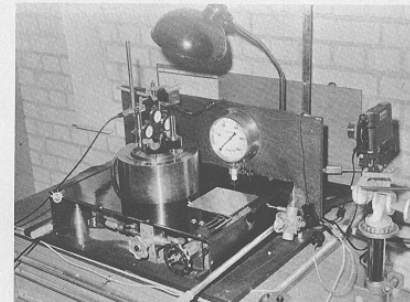


Bild 1 Hydraulisches Tiefungsgerät zum Aufnehmen von Fließkurven

Objave v tujini

Theoretical notes on plotting stress-strain curves for the continuous hydraulic bulge test*)

Professor Dr.-Ing. F. Gologranc, Ljubljana/Yugoslavia

Report from the Institute for Forming Technology of the University of Stuttgart, Managing Director: Professor Dr.-Ing. K. Lange

This article derives the relationships governing the plotting of stress-strain curves of the hydraulic bulge test on sheet metal, proceeding from the membrane theory. Isotropic and anisotropic characteristics of the material are examined and compared with each other. It is shown that failure to observe the perpendicular anisotropy when plotting stress-strain curves in the tensile test and bulge test on sheet metal leads to substantial errors with different signs, depending on the plotting procedure.

1. Introduction

There are different procedures and testing methods for the experimental determination of the stress-strain curves of metallic materials [1 - 3]. They differ mainly in terms of the shape of the specimen and the kind of stress applied to it, every effort being made to obtain a stress and deformation condition which can be defined as accurately as possible.

Most of these methods fail for testing light-gauge sheet metal. The hydraulic bulge test [5, 6] has been found best for this application in addition to the uniaxial tensile test and the upsetting test with stacked specimens [4]. By contrast to the uniaxial tensile test, bulging with active media permits the recording of much greater deformations and stress-strain curves of up to $\varphi \leq 0.7$. The hydraulic bulge test, characterized by a biaxial stress and elongation state as well as absence of friction, also offers the advantage of closer similarity to the practical procedures of forming sheet metal by the application of tensile stress.

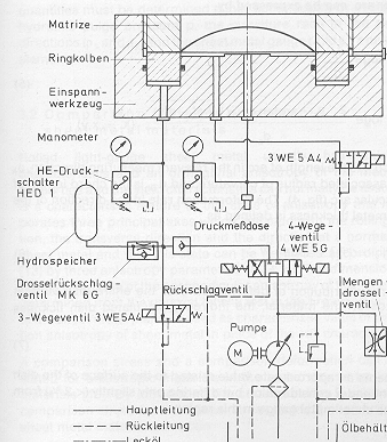


Fig. 1 Diagrammatic lay-out of hydraulic bulge testing equipment

Matrize = die; Ringkolben = annular piston; Einspannwerkzeug = clamping jig; Manometer = pressure gauge; HE-Druckschalter HED 1 = HE pressure switch HED 1; Druckmessdose = load cell; 4-Wegeventil 4 WE 5 G = 4-way valve WE 5 G; Hydrospeicher = hydraulic accumulator; Drosselrückschlagventil MK 6 G = restrictor non-return valve MK 6 G; 3-Wegeventil 3 WESA4 = 3-way valve 3 WESA4; Rückschlagventil = non-return valve; Mengendrosselventil = metering restrictor valve; Pumpe = pump; Hauptleitung = main line; Rückleitung = return line; Lecköl = leakage fluid; Ölbehälter = oil reservoir

As a deformation procedure, hydraulic bulging is classified as tensile deformation according to DIN 8585, subgroup bulging. The sheet metal is formed by hydraulic pressure acting on one side on the sheet metal, the sheet metal blank, which is firmly clamped on its circumference, being bulged into a die (fig. 1). The sheet metal specimens are usually cupped in steps and at low bulging rates. Such a procedure however is awkward and time-consuming.

There is therefore no lack of attempts to allow the hydraulic bulge test to run continuously [7, 8, 9]. The disadvantage of the larger amount of equipment required for the continuous process must be offset by very considerable advantages which are of great interest to the industrial application of the method. For example, the continuous test allows for greater deformation rates which approach the actual rates in practical forming and therefore permit adaptation of the test conditions to operational forming condition.

The design of bulging apparatus specially intended for these investigations is described in detail in [10] but the principles of evaluation

are the subject of this article. The relationships, which describe the stress and deformation condition occurring in this cup-shaped workpiece, are derived on the basis of the sheet metal component geometry resulting from the forming operation. The relationships governing the yield stress and the comparative deformation rate can thus be stated with due allowance for the laws governing isotropic and anisotropic characteristics of the material.

2. Stress and deformation conditions due to bulging of sheet metal specimens

In continuous bulging the sheet metal under test is pressed into the die mouth by the constantly increasing pressure of the active medium. Due to the kinematic development of the forming process, the material flows over the entire region of the dish. The shape of the resultant dish (fig. 2) depends on the shape used for the die mouth,

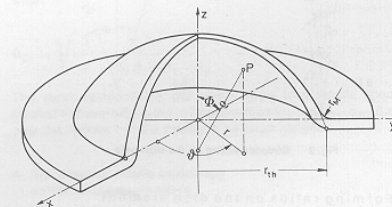


Fig. 2 Bulge test in sectional form

*) The Author wishes to express his thanks to Dr.-Ing. M. Geiger of Institut für Umformtechnik, at the University of Stuttgart for his valuable suggestions in preparing this manuscript.

Objave v tujini

KONTINUIERLICHE AUFNAHME VON FLIESSKURVEN UND DES
R - WERTS VON BLECHWERKSTOFFEN MITTELS RECHNER -
UNTERSTUETZER PRUEFANLAGEN

vorgetragen von

Prof.Dr.-Ing. Franc Golobranc
Fakultät für Maschinenbau der
Universität Ljubljana

am 6.10.1983

anlässlich eines Seminars am

Institut für Fertigungstechnologie, Universität Erlangen

Objave v tujini

Gerät zur kontinuierlichen Aufnahme von Fließkurven an Blechwerkstoffen im hydraulischen Tiefungsversuch

Dipl.-Ing. F. Gologranc

1. Einleitung

Der kontinuierliche Tiefungsversuch bietet die Möglichkeit, Fließkurven von Blechwerkstoffen für weit größere Umformgrade ($\varphi < 0,7$) als im einachsigen Zugversuch ($\varphi < 0,3$) und unter praxisnahen Umformbedingungen aufzunehmen. Als Umformvorgang wird das hydraulische Tiefen in die Verfahrensgruppe Zugumformen nach DIN 8585, Untergruppe Tiefen, eingeordnet. Das Umformen des Blechwerkstoffs erfolgt durch einen einseitig auf das Blech wirkenden hydraulischen Druck, wobei der am Umfang fest eingespannte Blechzuschnitt in eine Matrize getieft wird. Die Matrizenöffnung kann z. B. von runder oder elliptischer Form sein. Da die Blechdicke gegenüber den übrigen Probenabmessungen klein ist (Matrizendurchmesser/Blechdicke > 100), wird bei der Ermittlung der Schnittlasten in guter Näherung von der Membrantheorie ausgegangen [1]. Zur Aufnahme von Fließkurven genügt es, wenn die Spannungs- und Formänderungsverhältnisse an einem einzigen Flächenelement der Tiefungsprobe ermittelt werden. Hierzu bietet sich der Bereich der größten Spannungen und Dehnungen in der Mitte der Probe an, der dem Meßvorgang am besten zugänglich ist. Zur Berechnung von Fließspannung und Vergleichsumformgrad nach der Membrantheorie müssen an dem betrachteten Flächenelement der Tiefungsprobe die auftretende Dickenformänderung und die Krümmungsradien sowie der erforderliche Tiefungsdruck gleichzeitig gemessen werden.

2. Versuchseinrichtung

Das entwickelte Gerät zur kontinuierlichen Aufnahme von Fließkurven im hydraulischen Tiefungsversuch besteht aus dem eigentlichen Tiefungsgerät und einer Einrichtung zur elektrischen Messung und Registrierung der Vorgangsgrößen (Bild 1).

2.1. Tiefungsgerät

Im Tiefungswerkzeug wird die zu untersuchende Platine zwischen Matrize und Einspannwerkzeug eingelegt und eingespannt. Der wirksame Durchmesser der Matrizenöffnung beträgt bei abgerundeter Matrizenkante etwa 120 mm.

In Bild 1 links ist der Hydraulikkreislauf der Tiefungseinrichtung schematisch dargestellt. Als Förderstromquelle dient eine Axialkolbenpumpe 1, deren Förderstrom über ein vorgeschaltetes mechanisches Getriebe an die Versuchsbedingungen angepaßt werden kann. Über ein Drosselventil 2 läßt sich der Förderstrom zusätzlich druckabhängig einstellen. Um den Ablauf des Prüfvorgangs zu beschleunigen und reproduzierbare Versuchsbedingungen zu ermöglichen, wurden in die hydraulische Steuerung elektromagnetische Wegeventile 3 eingebaut, die über Drucktasten betätigt werden. Ein Hydrospeicher 4 mit

einem zusätzlichen Drosselrückschlagventil 5 gewährleistet einen annähernd konstanten Einspanndruck des Blechzuschnitts, der unabhängig vom Tiefungsdruck eingestellt werden kann. Eine gegenseitige elektrische Verriegelung der Steuerbefehle ermöglicht die vorgeschriebene Reihenfolge der einzelnen Phasen des Tiefungsvorgangs. Drucküberlastungen werden durch ein Druckbegrenzungsventil 6 vermieden. Zwei hydroelektrische Druckschalter 7 dienen zum druckabhängigen Ein- und Ausschalten der entsprechenden Stromkreise. Einspann- und Tiefungsdruck können über Manometer 8 überwacht werden.

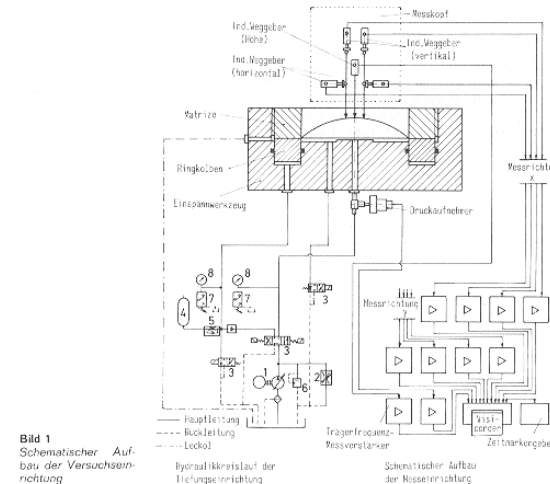


Bild 1
Schematischer Aufbau der Versuchseinrichtung

Objave v tujini

Aufnahme von Fließkurven im kontinuierlichen hydraulischen Tiefungsversuch

Prof. Dr.-Ing. F. Gologranc, Ljubljana

Für die Aufnahme von Fließkurven an Blechwerkstoffen kommt neben dem einachsigen Zugversuch besonders der hydraulische Tiefungsversuch in Betracht. Beide Aufnahmeverfahren, Zug- und Tiefungsversuch, führen aber zu unterschiedlichen Ergebnissen. Vorliegender Beitrag, diskutiert am Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart, erarbeitete Untersuchungsergebnisse für Blechwerkstoffe.

1. Einführung

Die nach unterschiedlichen Verfahren ermittelten Fließkurven weichen i. a. voneinander ab. Als Grund hierfür kommen neben den temperatur- und geschwindigkeitsbedingten Verfahreneinflüssen die Art des Spannungszustands sowie die bei gewalzten Feinblechen besonders ausgeprägte Werkstoff-Anisotropie in Frage, die mit dem Levy-v. Misesschen Stoffgesetz nicht exakt erfaßt wird. Als weitere Ursache sind die Ungenauigkeiten der verwendeten Meßverfahren und -geräte zu nennen. Auch kann der Einfluß der Versuchsbedingungen nicht immer vom Werkstoffeinfluß getrennt werden.

Für die Aufnahme von Fließkurven an Blechwerkstoffen bietet sich der kontinuierliche hydraulische Tiefungsversuch an. Mit ihm lassen sich Fließkurven für Umformgrade bis $\varphi = 0,7$ unter für die Blechumformung praxisnahen Bedingungen ermitteln. Zur Erfassung der Spannungs- und Formänderungsverhältnisse beim Tiefen müssen an einem Flächenelement der Tiefungsprobe die auftretende Dickenformänderung und die Krümmungsradien sowie der Tiefungsdruck gleichzeitig gemessen werden.

Die erforderlichen theoretischen Beziehungen zur Berechnung der Fließspannung und des Vergleichsumformgrads bei isotropem und anisotropem Werkstoffverhalten werden in [1] ausführlich diskutiert. Im vorliegenden Beitrag sollen Ergebnisse von Tiefungsversuchen an verschiedenen Blechwerkstoffen vorgestellt werden. Die im Tiefungsversuch aufgenommenen Fließkurven werden mit solchen aus dem einachsigen Zugversuch verglichen.

Mitteilung aus dem Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart, Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr.-Ing. K. Lange

den die Formänderungen eines in der Probenmitte liegenden kreisförmigen Flächenelements mit einem Ausgangsdurchmesser von 20 mm durch eine Vierpunkttasteinrichtung mit Meßscheiden abgegriffen und auf induktive Weggeber übertragen. Das entwickelte Meßverfahren ermöglicht es, alle in die Bestimmungsgleichungen für die Fließkurve eingehenden veränderlichen Größen simultan und stetig zu erfassen.

3. Versuchswerkstoffe

Das Versuchsprogramm umfaßte eine Reihe handelsüblicher Feinbleche (Tafel 1). Sämtliche Tiefungsproben mit einem Durchmesser von 185 mm wurden jeweils einer Tafel entnommen. Aus der gleichen Tafel wurden Blechstreifen für Zugproben 20 x 80 DIN 50114 im Winkel 0°, 45° und 90° zur Walzrichtung geschnitten, mit de-

2. Versuchseinrichtung

Die zur Fließkurvenaufnahme im kontinuierlichen Tiefungsversuch entwickelte Versuchseinrichtung besteht aus dem eigentlichen Tiefungsgerät und einer Einrichtung zur elektrischen Messung und Registrierung der Vorgangsgrößen [2]. Bei dem zugrundegelegten Meßprinzip wer-

Tafel 1
Mechanische Eigenschaften, Fließkurven- und Anisotropiekennwerte der untersuchten Blechwerkstoffe

Nr.	Werkstoff Blehdicke in mm	Meßwinkel α WR	Mech. Eigenschaften			Fließkurvenkennwerte			Anisotropiekennwerte		
			σ_S in N/mm ²	σ_B in N/mm ²	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$	C in N/mm ²	n	Korrel. Koeff. r	A ₁	B ₁	R $\varphi = 0,2$
1	RSt 1304 $s_0 = 0,91$	0°	179,0	323,5	0,553	571,3	0,2296	0,9989	1,780	-0,768	1,627
		90°	180,8	320,0	0,564	566,0	0,2298	0,9982	1,892	-0,701	1,751
		45°	193,5	337,2	0,573	592,8	0,2249	0,9982	1,182	-0,434	1,096
2	RSt 1305 $s_0 = 0,92$	0°	184,4	323,3	0,570	567,4	0,2251	0,9983	1,840	-0,636	1,713
		90°	187,8	322,1	0,582	561,6	0,2211	0,9988	1,955	-0,847	1,785
		45°	193,6	339,6	0,570	595,0	0,2218	0,9975	1,210	-0,515	1,106
3	RRSt 1405 $s_0 = 1,0$	0°	148,7	310,3	0,493	559,3	0,2543	0,9873	1,741	-0,013	1,738
		90°	158,5	299,5	0,529	507,7	0,2191	0,9227	1,807	0,236	1,855
		45°	157,7	309,0	0,510	543,7	0,2255	0,9990	1,487	-0,707	1,345
4	CuZn 37 F30 $s_0 = 0,90$	0°	158,3	347,2	0,455	715,2	0,3998	0,9838	0,9623	-0,125	0,937
		90°	134,5	345,5	0,389	747,0	0,4276	0,9942	0,9682	+0,154	0,999
		45°	137,6	348,4	0,395	760,8	0,4370	0,9959	0,9051	0,206	0,946
5	X5CrNi 18 9 $s_0 = 0,5$	0°	289,4	683,9	0,423	1429,9	0,3996	0,9912	0,783	0,2398	0,831
		90°	287,5	646,7	0,444	1352,4	0,4208	0,9872	0,686	0,2717	0,740
		45°	264,9	635,2	0,417	1442,2	0,4708	0,9999	1,460	-0,7485	1,310
6	X8CrNb17 $s_0 = 0,8$	0°	287,9	486,6	0,591	868,7	0,2287	0,9982	1,285	-0,232	1,239
		90°	292,6	489,5	0,597	859,5	0,2198	0,9972	1,815	-0,304	1,754
		45°	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Razširjanje novih znanj

REFERAT NA POSVETOVANJU O VLEČNIH ORODJIH IN GLOBOKEM VLEČENJU

V C E L J U, junija 1964

GOLOGRANC ing. FRANC

SODOBNI POSTOPKI PREOBLIKOVANJA PLOČEVINE Z VELIKO
ENERGIJO

Ljubljana, junija 1964

Razširjanje novih znanj

Franc GOLOGRANC

POSVETOVANJE SLOVENSКИH TEHNOLOGOV

Ljubljana, 14.4.1966

IZVLEČKI IZ REFERATOV

- Janez PEKLENIK:
"Pomen raziskovalnega dela za industrijski razvoj v obdelovalni tehnologiji".
- Jože RODIČ:
"Stanje in razvoj orodnih jekel v železarni Ravne".
- Franc GOLOGRANC:
"Tehnika preoblikovanja v luči sodobne tehnologije".
- Zoran SELJAK:
"Raziskave obstojnosti stružnih nožev pri obdelavi jekla".
- Borut JUSTIN:
"Obstojnost nožev iz karbidnih trdin pri obdelavi srednje trde sfero litine".
- Polde LESKOVAR:
"Obdelovalnost aluminija in njegovih zlitin".
- Ivan GANTAR, Ivan GREBENC:
"Razvoj novih eksperimentalnih pripomočkov na Inštitutu za strojništvo".
- Anton RAZINGER:
"Določanje obdelovalnosti avtomatskih jekel po postopku struženja s konstantnim pritiskom".
- Hinko MUREN:
"Možnosti obdelave litin nerjavnih jekel domače proizvodnje".
- Viktor PROSENC:
"Varjenje in lotanje v zvezi z izdelovanjem in obnavljanjem obdelovalnih orodij".
- Aleksander MOHOR:
"Možnosti uvedbe oblikovnega šifranta pri oblikovanju elementov".
- Franc ROTHEL:
"Uporaba statističnih metod pri raziskovalnem delu".
- Pepo PUHAR:
"Obstojnost polžastih modulnih frezal".

Razširjanje novih znanj

YU — ISSN 0039—2480

STROJNIŠKI VESTNIK MECHANICAL ENGINEERING JOURNAL

Vol. 26

LJUBLJANA, JULY—AUGUST 1980

No. 7—8

ENGLISH TRANSLATION OF THE LEADING ARTICLE

UDC 620.178.6:621.98.011

Automatic Determination of Stress-Strain Curves by Continuous Hydraulic Bulge Test

FRANC GOLOGRANC

1. INTRODUCTION

In sheet metal forming the right choice of material and forming conditions are the basis for its economic utilization. For this reason it is necessary to dispose of the required material and technological data on workpieces before any planning of the forming processes. Especially in deep drawing of larger, complex and expensive parts the preliminary knowledge of formability characteristics is very important for a successful, high quality and low cost forming process. However, the complexity in the determination of these formability characteristics being reflected among other things in a relatively great number of influential factors, requires usually very extensive, time-consuming and systematic investigation work [1].

An important characteristic of cold forming is the increasing work hardening of material. As a result the true stress-strain curves representing the relation between effective stresses and strains in the plastic range $k_{\epsilon} = k_{\epsilon}(\varphi_{\epsilon})$, are the elementary information necessary for the investigation of forming processes [2, 3, 4]. Without them it is impossible either to give an accurate estimation of the expected forming force, deformation work, loads on forming tools, maximum safety deformations and strength characteristics of workpieces, or to choose a suitable initial state of blanks. Since these characteristics are necessary so in the planning of the technological process as in the design and application of forming tools and machines, their determination exerts a decisive influence in terms of achieving a technologically perfect, efficient and economic usage of forming procedures.

In this paper a testing unit for continuous biaxial tension of sheet metal of our own development and construction is presented. This unit enables immediate and automatic determination of stress-strain curves and direct processing of experimental data on a process mini computer. It was developed in the Laboratory for Forming at the Faculty for Mechanical Engineering within the frame of a research contract [5] and in cooperation of industry.

2. HYDRAULIC BULGE TEST

Besides the chemical composition and structure of material, during cold working the yield stress is affected mostly by factors such as technological conditions e. i. temperature, true strain and strain rate, and at sheet metal also by its anisotropy. The yield stress function k_{ϵ} can be expressed in the form of

$$k_{\epsilon} = k_{\epsilon}(M_k, M_{ss}, T_p, \varphi_{\epsilon}, \dot{\varphi}_{\epsilon}, R) \quad (1)$$

wherefrom it follows that the course of the stress-strain curve is influenced by at least five complex parameters. Although the yield stress k_{ϵ} is defined as the effective stress in simple tension, it can on principle be defined also in more complex stress conditions. The equivalent parameters are namely invariant in relation to the stress and strain system. The condition for the acquisition of reliable and exact values is the uniform definability of all stress components in the given forming conditions, wherefrom the equivalent stress can be calculated by one of the valid yield criteria [2].

The relationship between equivalent stresses and strains and the dependence upon forming conditions is very complex and can only be established experimentally. On principle almost all methods of mechanical testing for metals can be used for this purpose, though they are in most cases modified and adapted to specific testing conditions. However, special requirements have to be met in testing of sheet metal allowing only limited loads and specimen forms. Besides the uniaxial tension test of flat specimens and the upsetting test of solid round specimens made of sheet blanks, the hydraulic bulge test proved to be very appropriate for this purpose [6, 7], allowing bigger critical deformations and having the advantage that no special specimen form or preparation of specimen is required.

The hydraulic bulging by fluid pressure belongs among the procedures of forming by pure tension [8]. Instead by a rigid punch the sheet metal is formed by hydrostatic pressure where the influence of friction can be totally neglected. An increasing fluid pressure is applied directly to one side of the sheet specimen causing, it to bulge through the die opening, Fig. 1. The specimen is firmly

A spiral-bound notebook with a textured, light brown cover and a dark brown border. The spiral binding is on the left side. The text is centered on the cover.

Začetek novih in trajnih navezav

I generacija: Lange – Gologranc

II generacija: Geiger – Kuzman

III generacija: Hinsel – Pepelnjak

Nove vezi:

II a: Geiger – Grabec

III a: ?? – Govekar

????

????

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit zur Untersuchung der Auswirkung von statistisch streuenden Einflußgrößen auf die Belastung von Fließpreßwerkzeugen entstand am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Universität Erlangen-Nürnberg. Die Durchführung der Experimente und die FE-Modellierung des Prozesses erfolgte im Rahmen des TEMPUS-Projektes JEP-1925-92/2 während eines dreimonatigen Aufenthaltes in Slowenien am Lehrstuhl für Fertigungstechnik, Fakultät für Maschinenbau, Universität Ljubljana.

Angeregt wurde diese Arbeit durch Herrn Dr.-Ing. U. Engel und Herrn Dipl.-Ing. A. Meßner, denen ich für die Betreuung und die aus zahlreichen Diskussionen resultierenden Hinweise meinen Dank ausspreche.

Ebenso danke ich den Lehrstuhlinhabern, Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. M. Geiger und Herrn Prof. Dr.-Ing. K. Kuzman, sowie allen ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Die Phosphatierung der Werkstückproben wurde bei der slowenischen Firma ISKRA Avtoelektrika durchgeführt, wofür ich Herrn Dipl.-Ing. B. Brezigar zu Dank verpflichtet bin.

Predgovor

Predložena diplomska naloga "Vpliv statističnega raztrosa procesnih parametrov na obremenitev matric za iztiskavanje je bila izvedena na Lehrstuhl-u für Fertigungstechnologie, Universität Erlangen-Nürnberg. Potrebni eksperimenti in FE modeliranje procesa so bili opravljeni na Katedri za obdevalno tehniko – Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani – med tromesečnim delom v Sloveniji, ki je potekalo v okviru TEMPUS projekta JEP-1925-92/2.

Pobudo za predstavljeno delo sta dala gospod Dr.-Ing. U. Engel in gospod Dipl.-Ing. A. Meßner ki se jima na tem mestu zahvaljujem za podporo in številne izčrpne diskusije.

Zahvaljujem se predstojnikoma kateder gospodu Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. M. Geigerju in gospodu Prof. Dr.-Ing. K. Kuzmanu kot tudi vsem njunem sodelavkam in sodelavcem ki so pripomogli k uspešni izvedbi predstavljene naloge.

Fosfatiranje preizkušancev je bilo opravljeno v slovenski tovarni ISKRA Avtoelektrika za kar se zahvaljujem gospodu Dipl.-Ing. B. Brezigarju.

Erlangen, Oktober 1993

Christian Hinsel

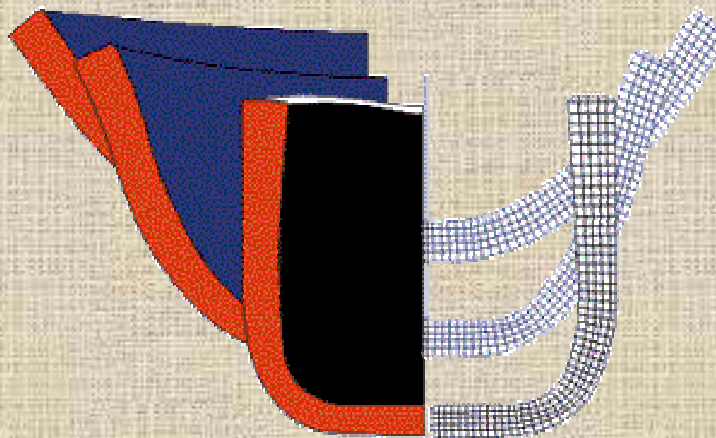






Še na mnoga leta,
spoštovani učitelj !

LABORATORIJ ZA PREOBLIKOVANJE



FORMING LABORATORY