

Birman, E.I.; Pirjazev, D.I.; Mezincev, E.D.; Chilkov, K.V.:

**Stangenziehen aus Legierungen auf Kupferbasis mit Einkopplung von  
Ultraschallschwingungen**

Deutsche Vollübersetzung aus:

Naučnye trudy. Moskovskij institut stali i splavov, Moskva, 92(1977), S. 40 - 44.

Russisch:

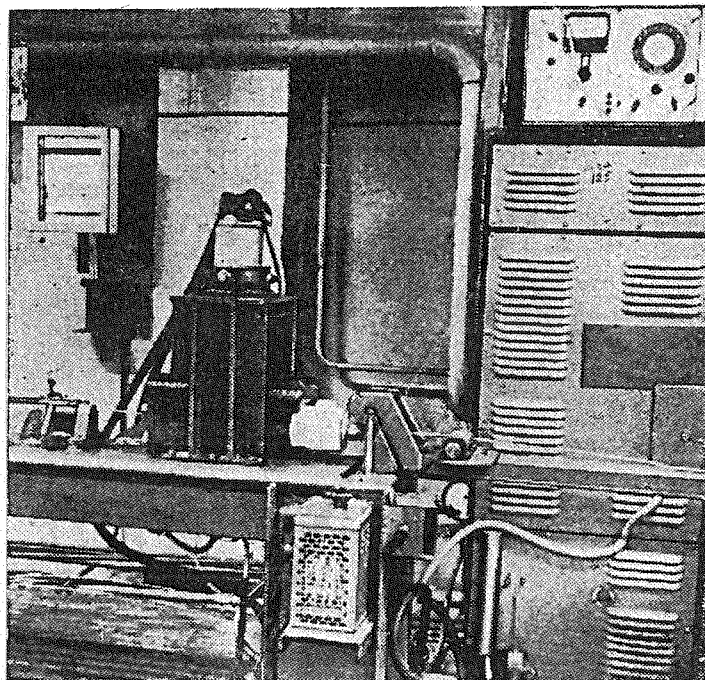
Волочение прутков из сплавов на медной основе с наложением  
ультразвуковых колебаний

Voločenie prutkov iz splavov na mednoj osnove s naloženiem ul'trazvukovyh  
kolebanij

In einer Reihe veröffentlichter Arbeiten (1-3) wird die Effektivität der Anwendung von Ultraschallschwingungen bei Ziehprozessen gezeigt. Die Ultraschalleinwirkung ermöglicht neben der Ziehkraftsenkung auch die Herstellung von Halbfabrikaten mit höheren Betriebseigenschaften. Im Zusammenhang damit wurde eine Untersuchung des Einflusses von Ultraschallschwingungen auf den Prozeß des Stangenziehens aus Legierungen auf Kupferbasis durchgeführt. Die Experimente wurden auf einer speziell konstruierten und angefertigten Ziehbank (siehe Abb.) durchgeführt.

### Abbildung:

Gesamtansicht der  
Ultraschall-Stangen-  
ziehbank



Die Ziehgeschwindigkeit auf dieser Ziehbank wurde zwischen 1,13 m/min und 8,57 m/min geregelt. Zum Komplex der Ultraschallausrüstung der Ziehbank gehörten:

- a) die Ultraschallquelle, die auf der Basis des Generators UZG-10U gebaut wurde;
- b) das System der Frequenzregulierung und -abstimmung, einschließlich Schallsignalgenerator GZ-33 und Ultraschallgenerator UZG1-04, die als zusätzliche Verstärker verwendet wurden (dieses System ermöglicht im Unterschied zum selbsterregten System eine bessere Abstimmung des mechanischen Schwingungssystems auf Resonanz und eine bessere Änderung der Abstimmung in Abhängigkeit von der Belastungsveränderung)
- und c) der magnetostruktive Wandler des Typs PMS-15A-18.

Auf der Ziehbank wurden Baugruppen für die Schwingungsdämpfung montiert. Außerdem wurde sie mit einer Kontroll- und Meßapparatur für die Messung folgender Parameter ausgerüstet: Ziehkraft, Ziehgeschwindigkeit, Schwingungsamplitude des Werkzeugs und

Schwingungsfrequenz des Systems. Für die Kontrolle und Messung der Ziehkraft wurde ein schnell arbeitendes empfindliches System mit geringer Trägheit projektiert und gebaut, das aus einer Röhrenmeßdose, einem Dehnungsmeßverstärker und einem Registriergerät besteht. Die beiden letzteren Elemente wurden auf der Basis eines Gerätes des Energieversorgungsblocks (des Milliampereometers KSU-4) montiert. Die Aufzeichnung der Kraft wurde auf Diagrammstreifen vorgenommen. Der Systemfehler betrug nicht mehr als 0,5%.<sup>1</sup>

Für das Stangenziehen mit Einkopplung von Ultraschallschwingungen wurde ein Schwingungssystem aufgebaut, das aus austauschbaren konischen Konzentratoren und Matrizen besteht. Die Ziehhole in den Matrizen wurden entweder im Bewegungsbauch angeordnet (Typ I) oder im Spannungsbauch (Typ II). Der Konzentrator wurde auf mittlerer Höhe an der Außenoberfläche der Matrize angebracht.

Folgende Reduktionen wurden beim Stangenziehen vorgenommen:

von einem Durchmesser von 7,5 mm auf einen Durchmesser von 6,0 mm ( $\delta=36\%$ ),

von einem Durchmesser von 7,0 mm auf einen Durchmesser von 6,5 mm ( $\delta=15\%$ ).

Es wurden Stangen aus den Legierungen LS 63-3 (Münzmetall) und Br.B.2 (Berylliumbronze) gezogen. Im Ergebnis des Versuchs wurde festgestellt, daß die Ziehkraftsenkung in Abhängigkeit vom Werkzeugtyp, der Legierung, der Reduktion und der Ziehgeschwindigkeit 10 - 35 % beträgt (Tabelle 1). Die Schwingungsamplitude war dabei  $A=2\div 3\mu\text{m}$ , Resonanzfrequenz  $f_{\text{Res}}=18,5\div 19\text{kHz}$ . Mit steigender Ziehgeschwindigkeit sinkt die Effektivität des Ultraschalls. Über die Ziehkraftmessung hinausgehend wurden die gezogenen Stangen einer metallographischen Untersuchung unterzogen. Bei den Stangen, die mit Ultraschallschwingungen gezogen wurden, ist die Bearbeitungstextur weniger deutlich ausgeprägt, besonders beim Ziehen mit einem Ziehhol, das im Spannungsbauch angeordnet ist.

Die Kornmessung und auch der gleichmäßige Charakter der Verteilung der Umformung über den Stangenquerschnitt beim Ziehen mit Ultraschall stimmen mit den Werten der Mikrohärtemessung überein. Beim Ziehen mit Ultraschall ist die Mikrohärte etwas niedriger und gleichmäßiger im Querschnitt als beim konventionellen Ziehen. Bei steigender Ziehgeschwindigkeit erhöht sich jedoch manchmal die Mikrohärte, der mit Ultraschall gezogenen Stangen.

Das hängt offensichtlich damit zusammen, daß sich der relative Anteil der Ultraschalleinwirkung bei Steigerung der Ziehgeschwindigkeit im Vergleich zu analogen

<sup>1</sup> An der Erstellung des Systems waren Ju.M. Bazžin, Ju.Z. Golofeevskij und B.S. Carev beteiligt.

Prozessen mit kleineren Geschwindigkeiten verringert. Außerdem hängen auch die Korngröße und die Mikrohärtigkeit vom Formänderungsgrad und vom vorherigen Zustand des gezogenen Materials ab.

Die mechanischen Eigenschaften der Stangen, die mit Ultraschall gezogen wurden unterscheiden sich von den Eigenschaften der konventionellen Stangen. Hauptsächlich betrifft das die Längenzunahme, die sich in einigen Fällen fast verdoppelt (Tab. 2).

Die Untersuchung der Oberflächenqualität auf dem Profilografen MOD253 zeigte, daß die Oberfläche der mit Ultraschall gezogenen Stangen eine höhere Reinheitsklasse hat als die der konventionellen Stangen. Beim Ziehen mit einem im Bewegungsbauch gelegenen Ziehhol erhalten wir statt der Klasse 9-10 die 11. Reinheitsklasse. Es ist anzumerken, daß sogar innerhalb der Grenzen einer Klasse die Höhe der Blattrippen bei den mit Ultraschall gezogenen Stangen wesentlich geringer ist als bei konventionellen Stangen.

Außerdem wurde eine röntgenografische Bestimmung der Makrospannungen bei Proben aus Messing LS63-3 (Münzmetall) und Bronze Br.B.2 (Berylliumbronze) durchgeführt. Die Röntgenogramme wurden mit einem Röntgendiffraktometer aufgenommen. Im Ergebnis wurde festgestellt, daß sich das Niveau der Restspannungen bei den mit Ultraschall gezogenen Stangen um 9 - 34 % verringert.

Tabelle 1: Ziehkräftsenkung ( $F_z$ ) beim Stangenziehen mit Einkopplung von Ultraschallschwingungen

Legierung	Ausgangszustand	Ziehfolge, mm	Formänderungsgrad $\delta$ , %	Ziehkraft $F_z$ , kp											
				ohne Ultraschallschwingungen						mit Ultraschallschwingungen, Werkzeugtyp					
				I			II			I			II		
				Ziehgeschwindigkeit, m/min											
				1,13	3,33	1,13	3,33	1,13	3,33	1,13	3,33				
				$F_z$	Senkung von $F_z$ , %	$F_z$	Senkung von $F_z$ , %	$F_z$	Senkung von $F_z$ , %	$F_z$	Senkung von $F_z$ , %	$F_z$	Senkung von $F_z$ , %		
LS63-3	geglüht	7,0-6,0	26,5	305	33,3	380	17	315	31	390	15				
LS63-3	kalt, verfestigt	7,0-6,0	26,5	800	16,6	830	13,5	815	15	845	12				
LS63-3	geglüht	7,5-6,0	36	529	28,6	630	15	558	24,7	642	13,5				
Br.B.2	geglüht	6,5-6,0	15	370	35,2	457	20	429	25	486	15				
Br.B.2	kalt, verfestigt	6,5-6,0	15	643	25	636	20	671	21,6	771	10				

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften der Stangen, die ohne und mit Ultraschallschwingungen gezogen wurden

Legierung	Ausgangszustand	Formänderungsgrad	$\sigma_B, \text{kp/cm}^2$				$\sigma_{0,2}, \text{kp/cm}^2$				$\delta, \%$	
			ohne Ultraschallschwingungen		mit Ultraschallschwingungen, Werkzeugtyp		ohne Ultraschallschwingungen		mit Ultraschallschwingungen, Werkzeugtyp		I	II
					I	II			I	II		
	geglüht	15	68,8	66,4	66,0	64,0	58,8	58,6	9,58	10,40	12,25	
Br.B.2	kalt, verfestigt	15	94,5	94,0	93,5	71,5	71,6	82,0	4,98	5,33	2,17	
LS63-3	geglüht	26,5	54,3	52,3	46,2	49,4	49,7	41,4	4,33	7,25	6,67	
LS63-3	kalt, verfestigt	26,5	68,0	68,0	67,8	61,2	61,2	63,0	2,92	3,67	0,67	
LS63-3	geglüht	36	52,6	52,3	53,0	49,4	49,5	50,9	7,42	6,08	7,67	

## Literatur

1. Knap F., Knap I.: Ciągnienie drutu, rur i prętów z zastosowaniem ultradźwięków. In: "Wiadomości hutnicze", Katowice, Bd 29, Nr 2, 1973, S. 48 - 54.

/Ziehen von Drähten, Rohren und Stäben mit Ultraschall; poln./

2. Северденко В. П., Клубович В. В., Степаненко А. В.: Обработка металлов давлением с ультразвуком. Минск, "Наука и техника", 1973.

Severdenko, V.P.; Klubovič, V.V.; Stepanenko, A.V.: Obrabotka metallov davleniem s ul'trazvukom. Minsk: Verlag: Nauka i tehnika, 1973.

/Druckumformen mit Ultraschall; russ./

3. Китагородский Ю. И., Мезинцев Е. Д., Хилков Б. В., Хилков К. В.: "Способ ультразвуковой обработки материялов" - Авт. свид. СССР № 308784- "Открытия, изобр. пром. обр. и тов. знаки", 1971, № 22, с. 29.

Kitajgorodskij, Ju. I.; Mezincev, E.D.; Chilkov, B.V.; Chilkov, K.V.: Sposob ul'trazvukovoj obrabotki materialov. Urheberzeugnis UdSSR Nr 308784- In: Otkrytija izobretenija, promyšlennye obrazcy i tovarnye znaki. Moskva, 22 (1971), S. 29.

Englische cover-to-cover-Übersetzung:

Kitaigorodskii, Yu. I.; Mezintsev, E.D.; Khilkov, B.V. et al.: Method of Ultrasonic Machining. In: Soviet Inventions Illustrated. Sect. III, March 1972, p. 24.

Stuttgart, den 22. 03. 1995

Übersetzt von:

  
(Sören Ludwig)



Ottmar Pertschi  
(Diplomübersetzer)