

Ü/417

Pevnickij, L.D.; Petuchov, V.I.; Abramov, O.V.; Sučkov, A.G.; Šapiro, A.S. :

**Untersuchung der Möglichkeit des Drahtziehens mit Einkopplung von Ultraschall auf der industriellen Einfachziehbank**

Deutsche Vollübersetzung aus:

Naučnye trudy. Moskovskij institut stali i splavov. Moskva, 92 (1977), S. 32-36.

Russisch:

Исследование возможности волочения проволоки с наложением ультразвука на промышленных станках однократного волочения  
Issledovanie vozmožnosti voločenija provoloki s naloženiem ul'trazvuka na promyšlennych stanach odnokratnogo voločenija

Die vorliegende Arbeit ist der Untersuchung einiger Formen der Einkopplung von elastischen Schwingungen in die Formänderungszone beim Drahtziehen auf einer industriellen Ziehbank mit der Praxis entnommenen Geschwindigkeiten des Metallflusses gewidmet. Während der Experimente wurde der Einfluß des Ultraschalls auf die Energie- und Kraft-Charakteristika des Prozesses beim Einkoppeln von longitudinal-radialen und radialen Schwingungen bei Veränderung der akustischen und technologischen Parameter des Ziehprozesses untersucht.

Die Experimente wurden auf einer Anlage durchgeführt, die aus einer industriellen Einfachziehbank Typ 1/650 AZTM<sup>1</sup> bestand, an deren Ziehgestell ein veränderbares Ultraschallvorsatzgerät mit stabförmigen oder zusammengesetzten radialen Schwingungssystemen befestigt wurde. Die Ultraschallschwingungssysteme wurden nach der Formel errechnet, die in Arbeit [1] beschrieben wird. Die gegebene Anlage ermöglichte sowohl das Drahtziehen ohne Ultraschall als auch das Ziehen unter Einkopplung von elastischen Schwingungen.

Bei Durchführung der Experimente wurde die Ziehkraft mit Hilfe einer Meßdose gemessen, die sich zwischen dem Ultraschallvorsatzgerät und dem Ziehgestell befand und mit dem Schleifenzillographen N-700 verbunden war.

Die Frequenz der Ultraschallschwingungen wurde mit dem numerischen Frequenzmesser CZ-28 gemessen. Der Amplitudenwert der Schwingbewegung wurde indirekt nach der gemessenen Ausgangsspannung des Generators beurteilt.

Die Erregung der Schwingungssysteme erfolgte durch den Ultraschallgenerator UZG-2-10. Die Experimente wurden mit einem Seildraht (Stahl 50) mit einem Durchmesser von 3- 5,5 mm durchgeführt. Als Schmiermittel wurde Trockenseife verwendet.

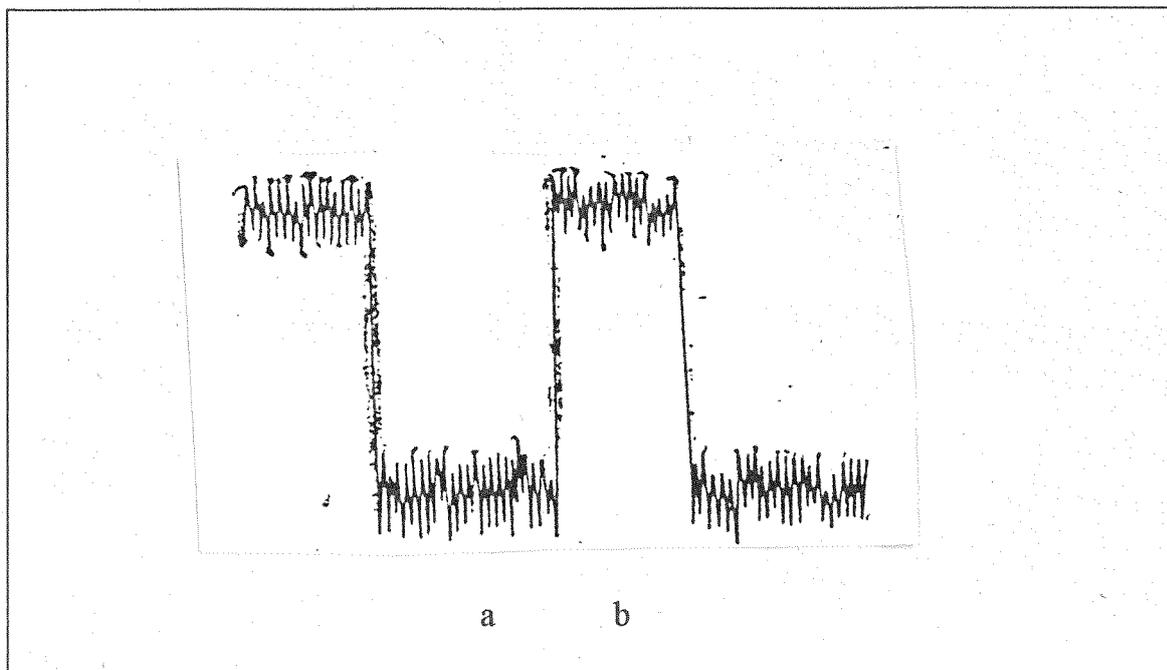
Der Grad der Ultraschalleinwirkung auf die Kraftparameter des Prozesses wurde durch folgenden Ausdruck bestimmt:

$$(P_o - P_u) / P_o \quad (\text{in}\%) \quad (1)$$

wobei  $P_u$ : die Ziehkraft unter Einwirkung von Ultraschall  
und  $P_o$ : die Ziehkraft ohne Schwingungen ist.

Zuerst wurde der Einfluß des Ultraschalls auf die Kraftparameter des Ziehens bei Einkopplung von longitudinal-radialen und radialen Schwingungen in die Formänderungszone eingeschätzt. Die Experimente wurden bei einer Ziehgeschwindigkeit von 50 m/min mit einer einmaligen Abnahme von 25% und einer Ausgangsspannung des Generators von 550 V durchgeführt. Die charakteristischen Oszillogramme des Ziehprozesses mit Einkopplung von Ultraschall und ohne Schwingungen werden in der Abbildung gezeigt.

<sup>1</sup> AZTM-Alma-Atinskij zavod tjaželogo mäsinoostroenija; deutsch: Werk für Schwermaschinenbau in Alma-Ata; d.Ü.



**Abb.: Charakteristische Oszillogramme beim Drahtziehen mit Ultraschall (a) und ohne Schwingungen (b)**

Der Einfluß des Ultraschalls auf die Ziehkraftsenkung beim Drahtziehen mit verschiedenen Formen der Einkopplung der elastischen Schwingungen in die Umformzone ( $P_0 - P_u/P_0$ , in % wird durch folgende Werte charakterisiert:

longitudinal-radiale Schwingungen	65 - 70 %
radiale Schwingungen	60 - 70 %.

Diese Werte zeigen, daß bei den angeführten Formen der Einkopplung der Ultraschallwellen in die Umformzone die Ziehkraft um 60 - 73 % gesenkt wird, wobei der Grad der Ultraschalleinwirkung auf die Kraftparameter des Prozesses bei beiden Einkopplungsformen gleich ist.

In den nächsten experimentellen Serien wurde die Ultraschalleinwirkung auf die Kraftparameter des Prozesses bei Veränderung der Ausgangsspannung (der Amplitude der Schwingungsbewegung in der Formänderungszone), der einmaligen Abnahme und der Ziehgeschwindigkeit eingeschätzt. Bei Durchführung der Experimente verwendete man die radial-longitudinale Form der Einkopplung der Schwingungen in die Formänderungszone. Die Ergebnisse werden in der Tabelle aufgeführt.

**Tab.: Einwirkung des Ultraschalls auf die Kraftparameter des Drahtziehens bei Veränderung der akustischen und technologischen Parameter**

Nr. der Punkte	Ausgangsspannung in V	einmalige Abnahme in %	Ziehgeschwindigkeit in m/min	$(P_o - P_u)/P_o$ in %
1	250	25	50	30-38
	350			40-47
	450			53-60
	550			64-73
2	550	15	50	64-72
		30		62-71
		43		60-70
3	550	25	100	65-72
			150	60-71
			200	63-71
			350	58-69

Es ist ersichtlich, daß die Ziehkraftsenkung beim Einkoppeln von Ultraschall um so beträchtlicher ist, je größer die Ausgangsspannung ist (siehe Punkt 1). Der Grad der Ultraschalleinwirkung auf die Ziehkraft bleibt bei Änderung der einmaligen Abnahme von 15 auf 43 % (siehe Punkt 2) und bei Änderung der Ziehgeschwindigkeit von 50 auf 350 m/min (siehe Punkt 3) praktisch konstant.

Die Senkung der Kraftparameter des Ziehens bei Ultraschalleinwirkung kann durch die Verringerung der Reibkraft zwischen Werkzeug und umgeformtem Draht und durch die Veränderung der plastischen und der Festigkeitseigenschaften des untersuchten Metalls bedingt sein.

In der Arbeit [2] wird gezeigt, daß sich die Zugfestigkeit der Metalle beim Anlegen von Ultraschall in Übereinstimmung mit folgendem Ausdruck verringert:

$$\sigma_B^u = \sigma_B^o - \delta \sigma_m \quad (2)$$

wobei  $\sigma_B^o$  und  $\sigma_B^u$  die Festigkeitsgrenzen des Materials bei den Versuchen unter konventionellen Bedingungen und bei Ultraschalleinwirkung sind;

$\sigma_m$  ist die Amplitude der Ultraschallspannungen;

$\delta$  ist der Koeffizient der von der Beschaffenheit des Metalls bestimmt wird.

Die Formel, die die Senkung der Reibzahl beim Einkoppeln elastischer Schwingungen beschreibt, hat folgendes Aussehen [3]:

$$f_u = f_o - av_0 - \frac{2}{\pi} f \arccos \frac{v_0}{\omega \xi_0} + \frac{a}{\pi} \omega \xi_0 * \left(1 - \frac{v_0}{\omega \xi_0}\right) \sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{\omega \xi_0}\right)^2} \quad (3)$$

wobei  $v_0$ : die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung ist (Ziehgeschwindigkeit),  
 $\omega$ : die Winkelgeschwindigkeit,  
 $\xi_0$ : die Schwingungsamplitude und  
 $a$ : der Koeffizient der Abhängigkeit der Reibkraft von der Gleitgeschwindigkeit.

Unter Verwendung der Formeln (1; 2) und der Vereinfachung des Ausdrucks für die Bestimmung der Spannung des gezogenen Drahtes, die folgendes Aussehen hat:

$$\sigma_z = \bar{\sigma}_{FW} (1 + f_0 \operatorname{ctg} \alpha) \ln \frac{S_A}{S_E} \quad (4),$$

kann man einen Ausdruck erhalten, der die Einschätzung der Ziehspannung des Drahtes unter Einwirkung von Ultraschall ermöglicht.

$$\sigma_z^u = (\bar{\sigma}_{FW} - \delta \sigma_m) * \left\{ 1 + \left[ f_0 - av_0 - \frac{2}{\pi} \arccos \frac{v_0}{\omega \xi_0} + \frac{a}{\pi} \omega \xi_0 \left(1 - \frac{v_0}{\omega \xi_0}\right) \sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{\omega \xi_0}\right)^2} \right] \operatorname{ctg} \alpha \right\} \ln \frac{S_A}{S_E} \quad (5),$$

wobei  $\sigma_{FW}$  der Mittelwert des Formänderungswiderstandes in den Grenzen der Formänderungszone,  
 $f_0$  die Reibzahl,  
 $\alpha$  der tatsächliche Winkel des Ziehholts ist,  
 und  $S_A$  und  $S_E$  jeweils Anfangs- und Endquerschnitt des Drahtes sind.

Die Analyse des Anteils der sich unter Einwirkung des Ultraschalls verändernden Reibkräfte und des Formänderungswiderstandes am Effekt der Ziehkraftsenkung gibt Grund zur Annahme, daß bei Anordnung der Formänderungszone im Bewegungsbauch die Verringerung der Reibkräfte die entscheidende Rolle spielt. Bei Anordnung der Formänderungszone im Bewegungsknoten ist die Senkung des Formänderungswiderstandes entscheidend [5].

Die in dieser Arbeit ermittelten Resultate (siehe Tabelle) zeigen, daß die Ultraschalleinwirkung auf die Ziehkraft praktisch nicht von der Ziehgutaustrittsgeschwindigkeit abhängig ist.

Dieser Umstand gestattet uns anzunehmen, daß beim Einkoppeln radial-longitudinaler und radialer Schwingungen die Veränderung der Festigkeitscharakteristika des bearbeiteten Materials die entscheidende Rolle bei der Kraftsenkung spielt.

In diesem Fall kann die Einschätzung des Senkungsgrades der Ziehspannung nach der vereinfachten Formel

$$\sigma_z^H \approx (\bar{\sigma}_{Fw} - \delta\sigma_m)(1 + f_0 \operatorname{ctg} \alpha) \ln \frac{S_A}{S_E} \quad (6)$$

vorgenommen werden.

Den Amplitudenwert der Ultraschallspannungen  $\sigma_m$  beim Einkoppeln von radialen Schwingungen, die in der Formänderungszone von einem zusammengesetzten Schwingungssystem erregt werden, in das umzuformende Metall kann man mit einer Methode einschätzen, die auf der Berechnung basiert [6].

Auf diese Weise eröffnen die in der Arbeit betrachteten Formen der Einkopplung elastischer Schwingungen in die Formänderungszone die Möglichkeit zum Ultraschall-Drahtziehen auf industriellen Ziehbanken mit hohen Metallaustrittsgeschwindigkeiten.

## Literatur

1. Асташкин Ю.С.; Петухов В.И.; Певницкий Л.Д. и др.: О работе ультразвуковых колебательных систем с кольцевыми магнетострикционными преобразователями. В кн. Прочность - пластичность материалов в ультразвуковом поле. Ч. II, Минск: Наука и техника, 1973, с. 181-186.

Astaškin, Ju.S.; Petuchov, V.I.; Pevnickij, L.D. und andere:

О работе ул'тразвуковых колебательных систем с кол'цевыми магнетострикционными преобразователями.

In: Pročnosť - plastičnost' materialov v ul'trazvukovom pole. Teil II. Minsk: Verlag "Nauka i tehnika", 1973, S. 181-186.

/Über die Arbeit von Ultraschallschwingungssystemen mit ringförmigen magnetostruktiven Wandlern; russ./

2. Эскин Г.И., Харитюнович М.В.: Ультразвук в процессах пластической деформации металлов и сплавов. Москва: изд. ВИЛС, 1970, 112 с. с ил.  
Eskin, G.I.; Charitjunovic, M.V.: Ul'trazvuk v processach plastičeskoj deformacii metallov i splavov. Moskva: Verlag VILS, 1970.  
/Ultraschall in plastischen Umformungsverfahren von Metallen und Legierungen; russ./
3. Петухов В.И.; Абрамов О.В. : Технология легких сплавов. Москва: изд. ВИЛСа, 6(1973), с. 86-92.  
Petuchov, V.I.; Abramov, O.V.: Technologija legkich splavov. Moskva: Verlag VILS, 1973, Nr 6, S. 87-92.  
/Technologie der Leichtmetalllegierungen; russ./
4. Перлин И.Л.: Теория волочения. Москва: Metallurgizdat. 1957; 424 с. с ил.  
Perlin, I.L.: Teorija voločenija. Moskva: Verlag "Metallurgizdat.", 1957.  
/Theorie des Ziehens; russ. /
5. Буханов А.Н.; Петухов В.И.: В кн.: Новое в ультразвуковой технике и технологии. Москва: НТО "Машпром", 1974, с. 168 - 170.  
Buchanov, A.N.; Petuchov, V.I.: In: Novee v ul'trazvukovoj tehnike i tehnologii. Moskva: NTO "Masprom", 1974, S. 168 -170.  
/Neues in der Ultraschalltechnik und -technologie; russ. /
6. Борисов В.И., Петухов В.И., Буханов А.Н.: Тезисы докладов III Всесоюзной научно-технической конференции по ультразвуковым методам интенсификации технологических процессов. Москва: изд. МИСиС, 1975, с. 143 -144.  
Borisov, V.I.; Petuchov, V.I.; Buchanov, A.N.: Tezisy dokladov III Vsesojuznoj naučno-techničeskoj konferencii po ul'trazvukovym metodam intensivikacii technologiceskich processov. Moskva: Verlag "MISiS", 1975, S. 143-144.  
/Thesen zu den Beiträgen der III. wissenschaftlich-technischen Allunionskonferenz über Methoden der Intensivierung technologischer Prozesse mittels Ultraschall; russ./

Stuttgart, den 2. 11. 1994

übersetzt von:

*Sören Ludwig*  
(Sören Ludwig)

*Ottmar Pertschi*

(Ottmar Pertschi)  
Diplom-Übersetzer