

Osadčij, V.Ja.; Golenkov, V.A.; Trubicyn, A.F.:

Untersuchung der Geschwindigkeitsparameter des Ziehprozesses bei Anordnung des Werkzeugs im Spannungsbauch der Ultraschallwelle

Deutsche Vollübersetzung aus:
Sbornik trudov. Vsesojuznyj zaočnyj politechničeskij Institut. Moskva, 102(1976),
S. 49-53

Russisch:
Исследование скоростных параметров процесса волочения при расположении инструмента в пучности напряжения ультразвуковой волны
Issledovanie skorostnych parametrov processa voločenija pri raspoloženii instrumenta v pučnosti naprjaženija ul'trazvukovoj volny

Eine der wichtigsten Bedingungen der effektiven Anwendung von Ultraschall beim Ziehen von Metallen ist die optimale Umformgeschwindigkeit. Die Erhöhung der Ziehgeschwindigkeit wird von einer Verringerung des Wirkungsgrades der Ultraschallschwingungen begleitet.

Die Widersprüchlichkeit der Angaben in der Literatur [1;2;3 und andere] über den Charakter der Abhängigkeit der Ziehkraft von der Ziehgeschwindigkeit deutet darauf hin, daß diese Frage weitere Untersuchungen erfordert.

Die experimentellen Untersuchungen der Geschwindigkeitsparameter beim Ultraschall-Ziehen von Stahl 2X18H9 auf einer Zerreimaschine und einer Kettenziehbank wurden im Umformlaboratorium des Unionsinstitutes für das Fernstudium des Maschinenbaus (OMD VZMI) durchgeführt.

Als Geber der elektrischen Schwingungen mit Industriefrequenz in Ultraschallschwingungen diente der Ultraschallgenerator UZG-2-10. Die elektrischen Schwingungen wurden mit dem magnetostriktiven Wandler PMS15A-18 in mechanische umgeformt. Die Schwingungsfrequenz am Ausgang des Generators wurde mit dem Frequenzmesser 43-22 gemessen. Die Messung der Schwingungsamplitude in der Umformzone erfolgte mit dem Schwingungsmesser UBV-2M unter Verwendung des optischen Systems des Mikroskops MIS-II. Die Ziehkraft wurde mit einem tensometrischen Geber oder einem Gerät für die Lastmessung bei Zerreimaschinen bestimmt. Die Ziehgeschwindigkeit bestimmte man nach dem Geschwindigkeitslimbus der Zerreimaschine und außerdem nach der Bewegungsgeschwindigkeit des Schlittens der Ziehbank. Sie wurde gleichzeitig mit der Ziehkraftmessung durch den Oszillographen H-700 aufgezeichnet.

Der aussichtsreichste Aufbau für die Anwendung beim Ziehen unter industriellen Bedingungen ist dann gegeben, wenn sich die Umformzone im Bewegungsknoten der stehenden Welle befindet [4]. Deshalb ist es zweckmäßig, die Untersuchung der Geschwindigkeitsparameter für diesen Aufbau des Ziehprozesses vorzunehmen. Als Vorprofil wurde ein Draht mit einem Durchmesser von \varnothing 6 mm aus Stahl 2X18H9 mit einer für das Ziehen vorbereiteten Oberfläche verwendet. Als Schmiermittel benutzte man Seifenpulver. Im untersuchten Geschwindigkeitsbereich von 0,1 bis 60 m/min bei einer einheitlichen Reduktion von 21 % betrug die Ziehkraftsenkung beim Einkoppeln von transversalen Schwingungen 15 bis 50 %.

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, existiert eine Abhängigkeit der Ziehkraft von der Umformgeschwindigkeit, die nahezu hyperbolisch ist.

Bei konstanter Leistung der eingekoppelten Schwingungen kann man die größte Ziehkraftsenkung bei der kleinsten Ziehgeschwindigkeit beobachten. Mit wachsender Geschwindigkeit verringert sich der Wirkungsgrad des Ultraschalls bis auf ein gewisses

Sättigungsniveau. Für den gegebenen Aufbau und Ziehverlauf liegt dieses Sättigungsniveau in einem Geschwindigkeitsintervall von 20 bis 60 m/min.

In der vorliegenden Arbeit wurde außerdem der Versuch unternommen, die Ziehkraft mit Ultraschall bei Lage Umformzone der im Bewegungsknoten der stehenden Welle theoretisch zu bestimmen.

Die Formel für die Bestimmung der Ziehkraft mit Ultraschall erhielt man unter Verwendung der Mittelwertmethode und experimenteller Beziehungen, die in der Arbeit [5] angeführt werden. Sie hat folgendes Aussehen:

$$P_z = \frac{\sigma_T^2 S \vartheta}{\sigma_T S \vartheta + x \left(\sigma_T + \frac{1}{\sqrt{2}} A_M k E \right) 0,5 A_M \omega k w} \cdot \frac{a+1}{a} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^{2a} \right]$$

- wobei σ_T - die Streckgrenze des gezogenen Metalls;
 S - die Querschnittsfläche des Drahtes am Ziehholausgang,
 v - die Ziehgeschwindigkeit;
 x - der Koeffizient, der von den konstruktiven Besonderheiten des Schwingungssystems abhängig ist;
 A_M - die Schwingungsamplitude
 K - die Wellenzahl;
 E - das Elastizitätsmodul des gezogenen Metalls;
 ω - die Kreisfrequenz der Ultraschallwellen;
 w - das Volumen der Umformzone;
 D - der Drahtdurchmesser am Ziehholeingang;
 d - der Drahtdurchmesser am Ziehholausgang;
 $a = \cos^2 \beta + \mu \cos^2 \beta \operatorname{ctg} \alpha - 1$;
 β - der Reibungswinkel;
 α - der Ziehwinkel
 und u - die Reibzahl ist.

Die Analyse des Ausdrucks (I) zeigt, daß zwischen der Ziehkraft mit Ultraschall und der Umformgeschwindigkeit eine hyperbolische Beziehung besteht.

Die Ziehkraft ist außerdem eine Funktion der Amplitude der eingekoppelten Schwingungen, der Formänderung und des Volumens der Umformzone und ist von den konstruktiven Besonderheiten der Ultraschallbaugruppe abhängig.

Nach den theoretischen und experimentellen Untersuchungen in der Arbeit [5] hat die Reibzahl, wenn das Ziehhol im Spannungsbauch liegt, nicht ihren vollen Wert. Das wurde bei der Herleitung der Formel (1) berücksichtigt.

Für das untersuchte Schwingungssystem änderte sich die Kraft bei von 20 auf 60m/min wachsender Ziehgeschwindigkeit um 5 - 10%. Die Ziehkraftsenkung betrug bei einer Umformgeschwindigkeit von 60m/min für Stahl 2X18H9 15%.

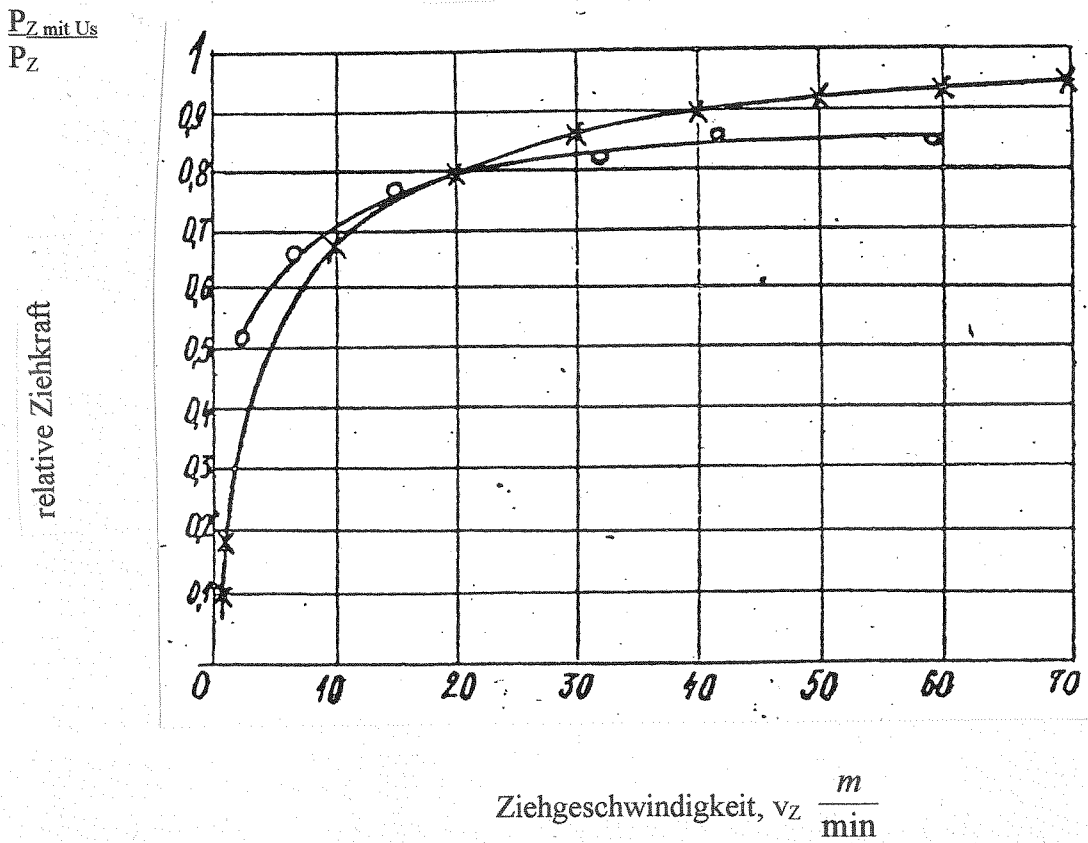
Die Abweichung zwischen den experimentellen und theoretischen Werten ist im untersuchten Geschwindigkeitsbereich nicht größer als 15% (siehe Abbildung).

Schlußfolgerungen

1. Die durchgeführten experimentellen und theoretischen Untersuchungen des Einflusses der Ziehgeschwindigkeit auf die Ziehkraft bei Anordnung des Ziehhol im Spannungsbauch der stehenden Ultraschallwelle zeigten, daß es ein bestimmtes Geschwindigkeitsniveau gibt, bei dem, wenn es einmal erreicht ist, eine weitere Erhöhung der Ziehgeschwindigkeit zu einer geringfügigen Senkung des Ultraschallwirkungsgrades führt.

2. Die erhaltene Formel für die Ziehkraft mit Ultraschall ist für technologische Berechnungen des Ziehprozesses bei definiertem Ziehgeschwindigkeitswert anwendbar.

Abbildung. Einfluß der Ziehgeschwindigkeit auf die Ziehkraft für Stahl 2X18H9 bei einer einmaligen Reduktion von 21%.




x-theoretische Kurve
o-experimentelle Kurve


Literatur

1. Buckley, J. T.; Freeman, M. K.: Ultrasonic Tube Drawing. In: Ultrasonics. Guildford, 8(1970), Nr 3.
/Englisch/
2. Северденко В.П., Клубович В.В., Комлик П.К., Хренов О.В.: Влияние скорости оправочного волочения труб на эффективность действия ультразвуковых колебаний. Сб. "Прочность-пластичность в ультразвуковом поле", Минск, 1973, S. 34 - 37.
Severdenko, V.P.; Klubovič, V.V.; Komlik, P.K.; Chrenov, O.V.: Vlijanie skorosti opravočnogo voločeniija trub na êffektivnost' dejstvija ul'trazvukovyh kolebanij. In: Sbornik. Pročnost'-plastičnost' v ul'trazvukovom pole. Minsk, 1973, S. 34 - 37.
/Der Einfluß der Geschwindigkeit des Hohlprofilziehens auf den Wirkungsgrad der Ultraschallschwingungen; russ./
3. Мори Э., Иноуэ М.: Применение ультразвуковых колебаний при волочении проволоки. Сообщение 2. Влияние скорости волочения проволоки и усилия противонапряжения. Сосэи то како, 1970, т. II, № 114.
Mori É.; Inoué M.: Primenenie ul'trazvukovyh kolebanij pri voločeniij provoloki. Soobščenie 2. Vlijanie skorosti voločeniija provoloki i usilija protivonatjaženiija. Sosëi to kako, 1970, Bd II, Nr 114.
/Die Anwendung von Ultraschallschwingungen beim Drahtziehen. 2. Aufsatz. Der Einfluß der Geschwindigkeit des Drahtziehens und der Gegenzugkraft; jap./
4. Северденко В.П., Степаненко А.В., Винерский С.Н.: Исследование различных схем волочения с ультразвуком. Известия АН БССР, серия физ.-тех. наук №1, 1971.
Severdenko, V.P.; Stepanenko, A.V.; Vinerskij, S.N.: Issledovanie različnyh schem voločeniija s ul'trazvukom. Izvestija AN BSSR, serija fiz.-tech. nauk Nr 1, 1971.
/Untersuchung verschiedener Ziehfolgen mit Ultraschall; russ./
5. Осадчий В.Я., Голенков В.А.: Вопросы теории расчета процессов волочения металла с ультразвуковыми колебаниями.
Osadčij, V.Ja.; Golenkov, V.A.: Voprosy teorii rasčeta processov voločeniija metalla s ul'trazvukovymi kolebanijami. In: Sbornik trudov. Vsesojuznyj zaočnyj politehničeskij institut. Moskva, 102(1976), S. 39 - 49.
Deutsche Vollübersetzung: Osadčij, V.Ja.; Golenkov, V.A.: Fragen zur Theorie der Berechnung des Ziehvorgangs mit Ultraschallschwingungen. Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, Ü/410 (1994).

Stuttgart, den 22. 12. 1994

übersetzt von:


(Sören Ludwig)


Ottmar Pertschi
(Diplom-Übersetzer)