

16/306

Pšenišnjuk, A.S., Krivda, L.T.

SCHMIEDEN MIT TAUMELNDEM GESENK, SPEZIALAUSRÜSTUNG, METHODE
ZUR BERECHNUNG FÜR KONSTRUKTION UND TECHNOLOGIE

Deutsche Vollübersetzung aus:

Kuznečno-šampovočnoe proizvodstvo. Moskva, 27 (1985), Nr 5,
S. 26 - 28.

Russ.: Процесс штамповки обкатыванием, специализированное
оборудование и методика проектировочных и технологи-
ческих расчетов

Process šampovki obkatyvaniem, specializirovannoe
oborudovanie i metodika proektirovočnych i technologi-
českich rasčetov

Orbital-Schmieden, Pressen mit **taumelndem** Gesenk und Methode der
Berechnungen fuer Konstruktion und Technologie.

RU Russian.

Taumel-Pressen werden heute in Polen (PXW-Pressen), USA (VSI
Automation) auf der Basis der PXW-Pressen und in England (B. and S.
Massey) gebaut. In der UdSSR sind Entwicklungsarbeiten im Gange.
Diese Pressen mit **taumelndem** Gesenk weisen bestimmte Vorteile auf.
Fuer die Berechnung des maximalen Umformgrades, des Durchmesser
/Hoehe-Verhaeltnisses des Werkstueckes, der bezogenen
Beruehrungsflaeche, Reibungszahl, des Kraftbedarfes beim
Orbitalstauchen und der Umformleistung werden entsprechende Formeln
vorgestellt. Formeln fuer praktische Konstruktionsberechnungen sowie
fuer das technologische Entwerfen des Orbitalpressverfahrens werden
vorgestellt. (Dab-III).

Das Schmieden mit taumelndem Gesenk ist eine relativ neue Technologie, deren Wirkungsgrad dadurch bedingt ist, daß die notwendige Umformkraft im Vergleich zu den traditionellen Schmiedeverfahren wesentlich vermindert wird. Dies läßt sich durch die lokale Berührungsart des Stempels 1 mit dem Werkstück 2 erklären (Abb. 1).

Wenn beim gewöhnlichen Umformen (Schmieden mit Warmgesenk-schmiedepresse, Horizontalschmiedemaschine, hydraulische Pressen u.ä.) das Werkzeug mit dem Werkstück über die gesamte Stirnfläche kontaktiert, so liegt der Umformkern beim Taumel-schmieden in einem lokalisierten Abschnitt (gestrichelter Bereich in Abb. 1).

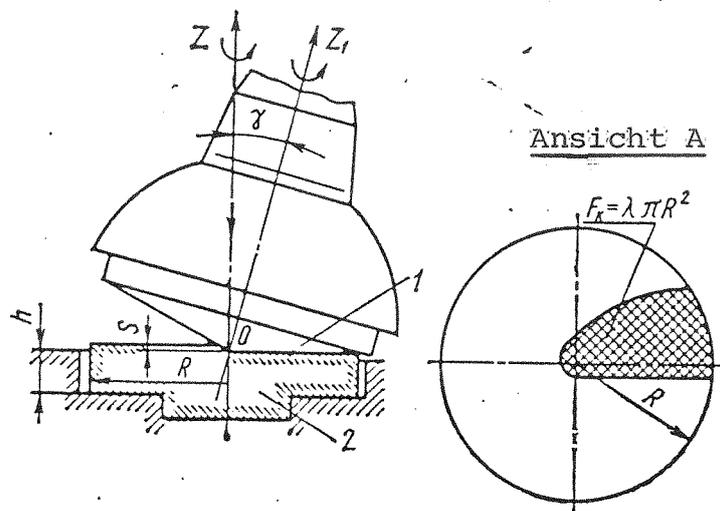


Abbildung 1.

Die Formveränderung des Fertigteils wird durch eine relative Verschiebung des Werkzeugs (in der Regel ein konischer Stempel) zur schrägen Längsachse (Achse OZ_1) um und längs der senkrechten Symmetrieachse des Werkstücks OZ erreicht (Abb. 1). Eine solche Umformung garantiert zahlreiche positive Wirkungen:

1. Ausdehnung des rationellen Anwendungsbereichs von Kaltumformungen zur Herstellung von exakten Werkstücken und Fertig-

teilen, wobei Materialaufwand, Produktion und Umfang der Bearbeitungen wesentlich gesenkt werden.

2. Möglichkeit zur Herstellung von Fertigteilen, die wegen einer Bruchgefahr des Werkzeugs mit gewöhnlichen Verfahren nicht oder nur schwer geschmiedet werden können.

3. 1,5 - 2fache Steigerung der Lebensdauer des Werkzeugs.

4. Wesentlich geringere Kosten für eine Anlage zum Schmieden mit taumelndem Gesenk. Die Kosten für Planung und Herstellung einer Presse zum Taumelschmieden betragen im Durchschnitt 25 % der Kosten für eine normale Presse mit den gleichen technischen Möglichkeiten.

5. Verbesserung der Arbeitsbedingungen und höhere Produktionswerte aufgrund des lärmarmen Herstellungsvorgangs.

Der untersuchte Herstellungsvorgang kann zur Trennung von dicken Blechen, zu intensiverem Tiefziehen mit Wanddickenveränderung und zum Auspressen von Fertigteilen aus Sinterwerkstoffen eingesetzt werden.

Besonders effektiv ist das Taumelschmieden bei Fertigteilen mit großen Abmessungsrelationen in Länge und Dicke. Derartige Fertigteile sind mit den gewöhnlichen Verfahren nur schwer herzustellen, da die benötigte Umformkraft und die Kontaktspannungen stark zunehmen.

Durch eine Lokalisierung des plastischen Umformkerns kann man die bekannten Mängel vermeiden. Bei bestimmten Relationen zwischen den Längen- und Dickenabmessungen des Werkstücks kommt es infolge der beschränkten Berührungsfläche von Werkzeug und Werkstück zur Abnahme der Umformkraft und außerdem zu einer Verringerung der durchschnittlichen spezifischen Kraft. Letzteres führt zu geringerem Energieaufwand, was mit dem Schmieden des Fertigteils zusammenhängt. Dies wiederum steigert die Effektivität des Herstellungsvorgangs und gestattet die Wahl opti-

maler Abmessungsverhältnisse der Werkstücke, die zweckmäßigerweise durch Schmieden hergestellt werden. So kann man beim Stauchen von axialsymmetrischen Werkstücken (die charakteristische Form beim Taumelschmieden) einen rationellen Anwendungsbereich feststellen, indem man den Ausdruck (die Abhängigkeit stammt von den Verfassern)

$$d/h \geq \frac{0,25 + \mu \lambda}{\mu \left(\frac{1}{3} - \lambda \right)} \quad (1)$$

benutzt, wobei μ die Reibungszahl an der Berührungsfläche, λ den Koeffizienten für die Verringerung der Berührungsfläche, verglichen mit dem gewöhnlichen Stauchen, bezeichnet ($\lambda = \frac{F_K}{\pi R^2}$, siehe Abb. 1). Den Koeffizienten λ kann man nach der analytischen Abhängigkeit von /1/ bestimmen:

$$\lambda = 4 \sqrt{\frac{2}{\gamma}} \left[\left(\sqrt{\frac{1}{\gamma}} \right)^3 S^2 + \sqrt{S} \left(R + \frac{S}{6\gamma} \right)^{3/2} + \frac{1}{2} \frac{J}{S} \left(R - \frac{S}{3\gamma} \right) \right], \quad (2)$$

wobei

$$J = 2 \left(R - \frac{S}{3\gamma} \right)^2 \left[\frac{t}{4 \left(\frac{1}{2\gamma} - t^2 \right)^2} - \frac{t}{\gamma \left(\frac{1}{2\gamma} - t^2 \right)} - \frac{1}{16} \right] \left(\frac{1}{2\gamma} \right)^{3/2} \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{1}{2\gamma} + t}}{\sqrt{\frac{1}{2\gamma} - t}} \right|; \quad t = \sqrt{\frac{R}{S} + \frac{1}{6\gamma}};$$

mit γ Neigungswinkel der Werkzeugachse; S Werkzeugvorschub pro Umdrehung, gleich der Verringerung der Werkstückhöhe während eines Taumelvorgangs.

Ausdruck (2) kann mit einer für die praktischen Berechnungen ausreichenden Genauigkeit durch die Abhängigkeit

$$\lambda = 0,88 \left(\frac{B}{R} \right)^{0,535} \quad (3)$$

approximiert werden, wobei

$$B = \frac{S}{2 \pi \operatorname{tg} \gamma}. \quad (4)$$

Die Reibungszahl μ schätzen wir nach den bekannten Verfahren. Beim Stauchen ohne Schmierung des Werkstoffes ist die Größe μ durch die Rauigkeit des Werkzeugs festgelegt /2/:

$$\mu = 0,5 \left(1 + \frac{\pi}{2} + \beta \right) \operatorname{tg} \beta, \quad (5)$$

wobei β den Schneidbackenneigungswinkel des Werkzeugoberflächenprofils bezeichnet (bestimmt nach Profilogrammen und festgesetzten Rauigkeitswerten).

Abb. 2 gibt eine graphische Interpretation von Abhängigkeit (1) wieder. Obergrenze des Bereichs der Werte λ kann $\lambda=0,05 \div 0,04$ sein, da die benutzten Vorschübe und Neigungswinkel, bei denen λ kleiner ist als die besagten Größen, zu Umformungleichmäßigkeiten und höherem Energieaufwand bei der Herstellung führen. Die Effektivität beim Taumelschmieden wird beschränkt durch die ungenügende Anzahl und Typenvielfalt an Spezialanlagen.

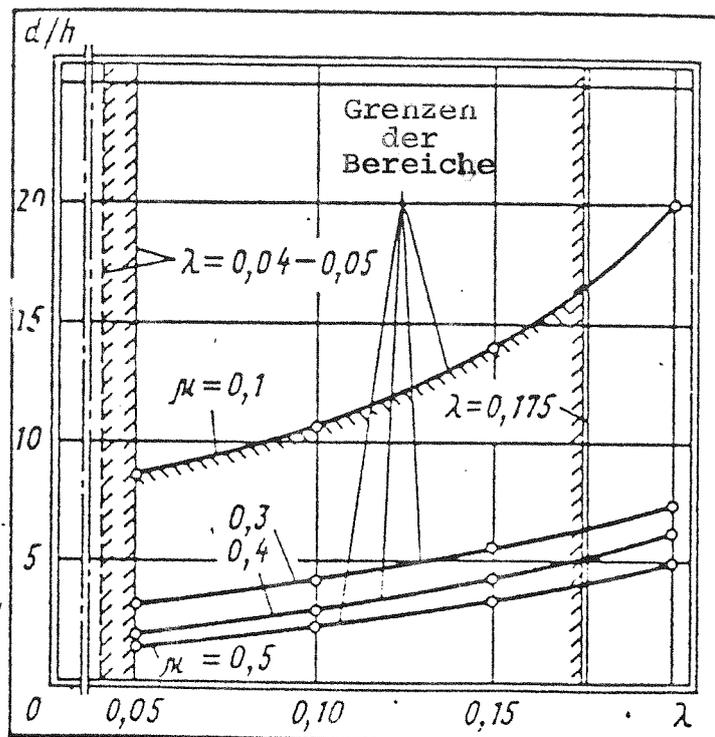


Abbildung 2.

Die polnischen Pressen der Serie PXW mit 1 600 kN und einer Taumelgeschwindigkeit von 100 - 150 U/min werden serienmäßig hergestellt und in zahlreiche ausländische Länder exportiert, u.a. auch in die UdSSR. Ein Mangel dieser Pressen sind die beschränkten Abmessungen des Schmiederaums, was mit der konstruktiven Lösung des Problems um eine Verringerung ungewünschter Einflüsse der technologisch bedingten exzentrischen Belastung auf die Pressenbauteile und den Pressenständer zusammenhängt. Der Einsatz dieser Maschinen zum Schmieden von großflächigen Fertigteilen, bei denen - nach Abb. 2 - die Herstellung besonders effektiv wäre, ist erschwert. Den gleichen Mangel weisen die Spezialanlagen "VSI Automation" auf, die in den USA auf der Basis der PXW-Pressen gebaut werden.

Die Pressen der Firma B & S Massey, England, mit 12 000 kN sind zum Warm- und Halbwarmfließpressen von axialsymmetrischen Fertigteilen in Form von Zahnrädern und Flanschen für Kfz-Getriebe gedacht.

In der UdSSR sind Entwicklungsarbeiten auf der Basis der in Leningrad geschaffenen kugelgelagerten Vorsätze an Universalpressen im Gange (Unions-Planungs- und Konstruktionsinstitut für Technologien der Elektrotechnikindustrie¹⁾, Leningrader Maschinenbau-Institut²⁾, Leningrader M.I.-Kalinin-Polytechnikum³⁾). Dieser Weg kann jedoch nur als Übergangsstadium zur Herstellung von Spezialanlagen angesehen werden, da Vorsätze zum Einsetzen in den Schmiederaum der Pressen große Maschinen erforderlich machen, welche ausreichend Platz bieten müssen, um die kugelgelagerten Mechanismen im Arbeitsbereich unterzubringen.

Der Lehrstuhl für Druckumformung von Werkstoffen des Kiever Polytechnikums⁴⁾ führt eine ganze Reihe von Arbeiten zur Untersuchung der Herstellungstechnologie und zur Schaffung einer

1) VPTI Elektro - Vsesojuznyj proektno-konstruktorskij institut tehnologii élektrotečničeskogo proizvodstva (Anm.d.Übers.)

2) LMI - Leningradskij mašinstroitel'nyj institut (Anm.d.Übers.)

3) LPI im. M.I. Kalinina - Leningradskij politečničeskij institut imeni M.I. Kalinina (Anm. d. Übers.)

4) KPI - Kievskij politečničeskij institut (Anm.d.Übers.)

Typenreihe von Spezialpressen durch.

Die zusammen mit der 50-Jahre-UdSSR-Wolga-Autofabrik in Tol'jatti⁵⁾ geplante und hergestellte erste sowjetische Spezialpresse C 82.201 mit 1 600 kN soll eingesetzt werden zum Taumelschmieden der Halbachsenflansche des PKW VAZ 2121 Niva /3/. Die für diese Presse gedachte Herstellungstechnik sieht vor, daß der Flansch nach dem Vorstauchen auf einer Horizontalschmiedemaschine in kaltem Zustand abgesetzt wird. Diese Technik macht den Import von ausländischen Horizontalschmiedemaschinen überflüssig, spart 97,5 t Werkstoff ein und verbessert die Qualität der hergestellten Halbachsen. Durch konstruktive Lösungen der Pressenteile und des Pressenständers konnte eine Konstruktion mit höherer Stabilität und Rigidität geschaffen werden, was wichtig ist, wenn man die Art der angewendeten technologischen Belastung berücksichtigen will. Dabei erlauben die Abmessungen des Arbeitsraums ein Schmieden von großen Fertigteilen. Der Durchmesser des Halbachsenflansches beträgt z.B. 172 mm bei ca. 700 mm Länge des Formkerns. Auf der Presse kann man Flansche bearbeiten, deren Durchmesser um mehr als das Doppelte größer ist als nach der gleichen Presse der Firma National mit 12 000 kN. Dabei hat die Presse C 82.201 ein Gewicht von nur 8,2 t gegenüber 135 t der ausländischen Presse. Die Kosten beliefen sich auf ca. 47.000 Rubel. Die Anlage arbeitet automatisch oder halbautomatisch mit 25 - 15 sec Schmiedezeit. Damit kann die Jahresproduktion des Niva abgedeckt werden. Außerdem können auch noch andere Einzelteile aus der Stückliste dieses Unternehmens mit dieser Anlage geschmiedet werden. Der Wirtschaftlichkeitseffekt aufgrund Inbetriebnahme dieser Presse betrug etwa 90.000 Rubel.

Eine andere Maschine ist die hydraulische Spezialpressenanlage 108 K /4/, entworfen und gebaut vom Kiever Polytechnikum zusammen mit dem Unionsinstitut für Schweißbetriebe in Kiev⁶⁾ zum Taumelschmieden von Fertigteilen nach der Stückliste der Min-

5) Volžskij avtozavod imeni 50-letija SSSR (g. Tol'jatti) (Anm. d. Übers.)

6) VISP - Vsesojuznyj institut svaročnogo proizvodstva (Anm. d. Übers.)

stankoprom-Betriebe⁷⁾ unter Berücksichtigung der Produktionsart der Schmiedewerkstücke (kleine Serie, Typen- und Formenvielfalt). Die Konstruktion der Presse gewährleistet stufenlose Regulierung der kinematischen Schwingungswerte des Werkzeugs (γ, S). Eine bestimmte Bewegungsform des Werkzeugs (Schwingungsart) garantiert der elektrohydraulische programmgesteuerte Antrieb des kugelgelagerten Mechanismus. Dieser Antrieb erlaubt die Wahl von Schmiedewerten für Werkstücke unterschiedlicher Art und eine Steuerung des Werkstoffflusses direkt während der plastischen Umformung. Letzteres ist im Versuchs- und Einführungsstadium besonders wichtig.

Gegenwärtig laufen Entwicklungsarbeiten für eine Presse mit 5 000 kN, mit der man Schmiedestücke aus einer großen Stückliste schmieden kann und die uns die Möglichkeit gibt, eine Reihe unumgänglicher Herstellungsprozesse aufzustellen.

Die Planung und Herstellung von neuen Pressen mit taumelndem Gesenk verlangt neben der Durchführung von Versuchen und Konstruktionsentwürfen auch die Ausarbeitung von ingenieurmäßigen Berechnungsmethoden ihrer Werte. Ohne solche Daten wird die Einführung in der industriellen Produktion nur verzögert. Die theoretischen und experimentellen Untersuchungen (mit der Versuchsanlage des Kiever Polytechnikums /5/) einer Fülle von energiedynamischen und kinematischen Werte des Herstellungsvorganges führten zur Ausarbeitung einer Berechnungsmethodik. Danach empfehlen wir, die Auswahl der Anlagenwerte folgendermaßen zu treffen.

1. Bei vorgegebener Größe λ bestimmt man den Kennwert B /Abhängigkeit (4)/. Zur Bestimmung der Größe λ beim Stauchen ist die Abhängigkeit

$$\lambda = (0,3 - 0,5) h_K / R_K \leq 0,05 - 0,04$$

empfehlenswert, wobei h_K und R_K momentane Höhe und momentaner Radius des Werkstücks sind.

⁷⁾ Ministerstvo stankostroitel'noj i instrumental'noj promyšlennosti - Ministerium für die Werkzeugmaschinen- und Gerätebauindustrie (Anm.d.Übers.)

2. Man stellt den Werkzeugneigungswinkel γ (wenn dieser Kennwert regelbar ist, seinen Mindestwert γ_{\min}) fest, ermittelt die Vorschubgröße pro Umdrehung, die dem festgestellten Koeffizienten λ entspricht:

$$S = 2 \pi \operatorname{tg} B. \quad (6)$$

Man wählt den Winkel γ (wenn er regelbar ist) innerhalb von $0,0262 - 0,0698$ rad nach den Empfehlungen in der Arbeit /6/ und in Abhängigkeit von der Konstruktionsausführung des Taumelmechanismus.

Beim Warmfließpressen, wo es weniger auf die Oberflächengüte ankommt, kann der Winkel innerhalb von $0,0698 - 0,175$ rad gewählt werden /6/. Dadurch läßt sich der Vorschub steigern, was eine höhere Produktivität garantiert.

3. Unter Berücksichtigung, daß $S = \frac{v}{n}$ und bei vorgegebener Werkzeugdrehzahl n ($n = 90 - 300$ U/min beim Kaltumformen und $n = 300 - 900$ U/min beim Halbwarm- und Warmfließpressen) stellt man die Traversengeschwindigkeit v fest.

4. Nach dem ermittelten Wert λ berechnet man die Berührungsfläche "Werkzeug-Werkstück":

$F_R = \lambda \pi R_K^2$ beim Schmieden eines massiven zylindrischen Werkstücks;

$F_R = \lambda_{a,R} (R_K^2 - a^2) \pi$ beim Schmieden eines ringförmigen Werkstücks, wenn der Innenradius des Ringes a ist;

$$\lambda_{a,R} = \frac{\lambda_R R^2 - \lambda_a a^2}{R^2 - a^2}, \quad (7)$$

wobei λ_R und λ_a die Werte für eine Berührungsflächenminderung bei Werkstücken der entsprechenden Radien sind.

5. Bei vorgegebenem Wert μ bestimmt man die Größe der durchschnittlichen spezifischen Kraft in der Berührung p_{cp} . Beim Stauchen kann p_{cp} nach den Abhängigkeiten

$$p_{cp} = \sigma_S \left[1 + \lambda \mu \left(\frac{2R}{3h} + 1 \right) + \frac{1}{4} \left(1 + \frac{\epsilon_{II}}{1 - \epsilon_{II}} \right) \right] \quad (8)$$

berechnet werden, wobei $\varepsilon_{II} = \frac{S}{h}$ zyklischer Umformgrad ist. Vorausgesetzt, die Werte pro Umdrehung sind gering, kann man p_{cp} näherungsweise bestimmen:

$$p_{cp} = \sigma_S \left[1,25 + \mu \lambda \left(\frac{2R}{3h} + 1 \right) \right], \quad (9)$$

Hier kann μ wie bei der Analyse anderer plastischer Umformungen nach den bekannten Versuchsangaben angenommen werden, z.B. wie beim Walzen mit geringen Stauchungen. Den Fließgrenzwert σ_S bestimmt man nach Vereinfachungskurven unter Berücksichtigung des erreichten Umformgrades.

Zur Bestimmung der Reibungszahl nach der dargelegten Methodik (5) kann man p_{cp} über die experimentelle Abhängigkeit

$$p_{cp} = \sigma_S (1,26 - 0,19 \lambda + 0,12 \mu + 0,024 \mu d/h - \\ - 0,014 d/h + 0,013 \lambda d/h + 4,74 \lambda \mu) \quad (10)$$

ermitteln.

6. Ausgehend von den in 4. und 5. ermittelten Werten stellt man die energiedynamischen Kennwerte fest, die für die Wahl der Charakteristiken des Mechanismus der Achsbelastung notwendig sind:

Verformungsdruck $P = p_{cp} F_K$ und Leistung $N_1 = pv$.

7. Zur Feststellung der Kennwerte des Taumelmechanismus ermitteln wir die Umformleistung N_2 :

$$N_2 = \frac{1}{2} (1 - \lambda) p_{cp} \omega S R^2. \quad (11)$$

Nach den in 6. und 7. ermittelten Größen läßt sich die Leistung der Antriebsmotoren der Mechanismen festlegen. Die Berechnung wird nach dem üblichen Verfahren durchgeführt. Der Wirkungsgrad der Mechanismen (bzw. die Reibungsverluste) ergibt sich in Abhängigkeit von der Konstruktionsausführung der Mechanismen und ihrer Antriebe.

Die vorliegende Methodik basiert auf den von den Verfassern gewonnenen analytischen Lösungen anhand der Energiemethode,

experimentell untermauert und industriell überprüft bei der Planung der Anlage und des Herstellungsvorganges für das Taumelschmieden. Durch den Einsatz lassen sich die energiedynamischen Kennwerte des untersuchten Vorgangs in ausreichend begründeter Form festsetzen und in einigen Fällen auch stark präzisieren. Die Exaktheit der energiedynamischen Charakteristiken z.B. wird in beträchtlichem Maße durch die Exaktheit der Größen für den durchschnittlichen spezifischen Druck p_{cp} bestimmt. Diese Exaktheit wird überwiegend experimentell festgelegt. Allgemeingebräuchlich ist beim Stauchen für die Planung der Anlage somit $p_{cp} = (1,5 \div 1,7) \sigma_s$. Tatsächlich kann dieser Wert zwischen 1,2 und $2 \sigma_s$ variieren. Unter anderen Bedingungen des Prozeßablaufs kann er auch nach den Abhängigkeiten (9) bzw. (10) bestimmt werden. Somit läßt die Fehlergröße für p_{cp} in einigen Fällen eine Präzisierung um 25 - 40 % bei einigen energiedynamischen Vorgangsgrößen zu, bei Verwendung der genannten Methodik kann also die Präzisierung insgesamt 50 - 80 % ausmachen.

Literaturverzeichnis

1. *Анализ* процесса осадки с обкаткой/Л. Т. Кривда, А. С. Пшенишнюк.— В кн.: Вестн. КПИ. Машиностроение, Киев: Вища школа, 1978, вып. 15, с. 109—112.

Krivda, L.T., Pšenišnjuk, A.S.: Analiz processa osadki s obkatkoj.

In: Vestnik. Kievskij politehničeskij institut. Serija mašinstroenija. Kiev, 15 (1978), S. 109 - 112.

/Analysis of die-rocking processes; russ./

2. *Анализ* контактного взаимодействия инструмента с подготовкой в процессах обработки металлов давлением/И. Б. Покрас.— Кузнечно-штамповочное производство, 1978, № 4, с. 6—9.

Pokras, I.B.: Analiz kontaktnogo vzaimodejstvija instrumenta s zagatovkoj v processach obrabotki metallov davleniem.

In: Kuznečno-štampovočnoe proizvodstvo. Moskva, 20 (1978), Nr 4, S. 6 - 9.

- Analyse der Kontaktwechselwirkung des Werkzeugs mit dem Halbzeug in Prozessen der Metallumformung. - Kurz-Übersetzung Nr Ü-1599K der Übersetzungsstelle der TIB Hannover, 4 Seiten + 4 Seiten Orig.-Text.

3. A. c. 651875 (CCCP).

Avtorskoe svidetel'stvo. Moskva, Nr 651875 (UdSSR).
/Patent-Schrift; nicht zu ermitteln/

4. Особенности расчета станин специализированных прес-
сов для штамповки с обкатыванием/А. С. Пшенишнюк,
Л. Т. Кривда.— В кн.: Вестн. КПИ. Машиностроение, Киев:
Вища школа, 1980, вып. 17, с. 51—56.

Pšenišnjuk, A.S., Krivda, L.T.: Osobennosti rasčeta stanin
specializirovannyh pressov dlja štampovki s obkatyvaniem.
In: Vestnik. Kievskij politečničeskij institut. Serija maši-
nostroenija. Kiev, 17 (1980), S. 51 - 56.

/Estimation structural design frame of machine for die-rocking
process; russ./

5. Экспериментальная установка для исследования про-
цесса штамповки обкатыванием/Л. Т. Кривда, А. С. Пшениш-
нюк, С. З. Майборода— В кн.: Вестн. КПИ. Машинострое-
ние, Киев: Вища школа, 1979, вып. 16, с. 18—22.

Krivda, L.T., Pšenišnjuk, A.S.: Eksperimental'naja ustanovka
dlja issledovanija processa štampovki obkatyvaniem.
In: Vestnik. Kievskij politečničeskij institut. Serija maši-
nostroenija. Kiev, 16 (1979), S. 18 - 22.

/Experimental rig for the die-rocking; russ./

6. Ageev H. П., Бабушкин Р. А., Екимов К. К., Пехо-
та А. Д. Штамповка на сферодвижном прессователе ЛДНТП,
1972. 40 с.

Ageev, N/ikolaj/ P/avlovič/, Babuškin, R.A., Ekimov, K.K.,
Pechota, A.D.

Štampovka na sferodvižnom pressovatele LDNTP.

/Moskva?:/ 1972, 40 Seiten.

/Schmieden auf der kugelgelagerten LDNTP-Presse; russ./

Stuttgart, den 7. Juli 1987

übersetzt von

Ottmar Pertschi
(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer