

Jerzy Lisowski
Marek Olszewski
Instytut Obróbki Plastycznej
Poznań

NOWE PROCESY OBRÓBKI PLASTYCZNEJ
CZĘŚĆ PIERWSZA - KUCIE NA ZIMNO I NA GORĄCO

Obróbka plastyczna metali zalicza się do tych technik wytwarzania, które charakteryzują się m. in. wysokim stopniem wykorzystania materiału w procesie technologicznym, dużą wydajnością oraz wysokim stopniem mechanizacji i automatyzacji procesów.

Wyroby kształtowane plastycznie charakteryzują się również dobrymi własnościami mechanicznymi.

Zastosowanie obróbki plastycznej daje w prawie każdym przypadku znaczne oszczędności materiałowe.

Dzięki tym zaletom obróbka plastyczna metali, w porównaniu z innymi metodami wytwarzania części maszyn i urządzeń, jest metodą wysoce opłacalną.

Powoduje to, że udział obróbki plastycznej metali w procesach wytwarzania wykazuje stałą tendencję wzrostu.

Obróbka plastyczna metali na zimno i na gorąco stosowana jest zarówno w produkcji mało- i średnioseryjnej przy użyciu maszyn ogólnego przeznaczenia, jak również maszyn specjalnych i automatów dostosowanych do produkcji wielkoseryjnej i masowej. Zestawienie stosowanych procesów i metod obróbki plastycznej metali podano w tablicy 1. z uwzględnieniem kierunków i stopnia rozwoju poszczególnych procesów.

Procesy obróbki plastycznej dzielimy na trzy zasadnicze grupy:

- 1/ kucie matrycowe i półswobodne,
- 2/ tłoczenie blach,

Tablica 1. Zestawienie metod i procesów obróbki plastycznej metali oraz kierunki i stopień rozwoju tych procesów na świecie

<p>Dziedzina obróbki plastycznej</p> <p>Kierunek i stopień rozwoju</p> <p>Poszukiwanie, badania i opracowania nowych metod i procesów</p>	<p>Kucie matrycowe i półswobodne</p> <p>Kucie z próbków spiekanych, kucie odlewów, bimetalu, kucie metodą Rotaform, kucie izotermiczne z wibracją, kucie w warunkach nadplastyczności, kucie metodą TR, spęczanie w przyrządach PTR, spęczania wielokrotne</p>	<p>Kształtowanie brył przez zgniatanie /wyciskanie, prasowanie, walcowanie z wyłaczaniem walcowania hutniczego</p> <p>Prasowanie metodą Autoforge ze stanu półpłynnego i płynnego w czasie krystalizacji, walcowanie półpłynnego metalu, prasowanie obwiedniowe na zimno, prasowanie z przesuwym naciskiem, walcowanie elementów z linią śrubową /wiertła itp./, walcowanie na walcarkach WPM</p>	<p>Tłoczenie blach</p> <p>Tłoczenie blach grubych i trudno odkształcalnych, rozspęczanie i obciąganie blach cienkich, tłoczenie blach z wibracją, tłoczenie hydrodynamiczne, elektrohydrodynamiczne, wybuchowe, metodami magnetycznymi</p>
<p>Rozwijanie i rozszerzenie znanych metod i procesów</p>	<p>Kucie na prasach-robotach, walcowanie kuznicze wzdłużne i poprzeczne, rozwalcowanie pierścieni /linia Wagnera/, kształtowanie dużymi energiami /kucie na Dynapakach, Petroforge, Impactorach/, kucie na kowarkach, kucie na gorąco na automatycznych kuzniczych</p>	<p>Wieloperacyjne prasowanie /kucie/ na zimno, walcowanie uszbień /walcowanie profilowe, gwintów, wielowypustów, frezów, narzędzi wielostronnych itp./, walcowanie przepychaniem i przeciąganiem /kształtowanie odcinków między nie napędzanymi walcami/</p>	<p>Dokładne wykrawanie, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, cięcie, gięcie, obciąganie prętów, kształtowanie prętów, tłoczenie narzędziami elastycznymi, cieczą i gazem</p>

<p>Dziedzina obróbki plastycznej</p> <p>Kierunek i stopień rozwoju</p>	<p>Kucie matrycowe i półswobodne</p>	<p>Kształtowanie brył przez zgniatanie /wyciskanie, prasowanie, walcowanie z wyłączeniem walcowania hutniczego</p>	<p>Tłoczenie blach</p>
<p>Optymalizacja tradycyjnych metod i procesów</p>	<p>Kucie na maszynach ogólnego przeznaczenia /kucie na młotach, prasach, kuźniarkach/ z prefabrykatów hutniczych, elektroszczepianie, kucie półswobodne niehutnicze</p>	<p>Prasowanie wyrobów znormalizowanych: śruby, nakrętki, kule, gwoździe, wyciskanie metali, walcowanie wzdłużne /zaostwienie prętów, spłaszczanie odcinkowe, kształtowanie profilów, półwyroby itp./</p>	<p>Tłoczenie blach cienkich, gięcie i profilowanie blach, okrawanie, prostowanie taśm, cięcie blach, tłoczenie jednoczesne i wielotaktowe drobnych części</p>

3/ kształtowanie brył zgniataniem /prasowanie, wyciskanie oraz walcowanie z wyłączeniem walcowania hutniczego/.

Rozwój procesów obróbki plastycznej przebiega w trzech kierunkach:

- 1/ poszukiwanie i opracowywanie nowych metod i procesów,
- 2/ rozwijanie i rozszerzanie nowych metod i procesów,
- 3/ optymalizacja tradycyjnych metod i procesów.

Poszukiwanie nowych metod wynika głównie z realizacji celów ogólnopństwowych związanych z rozwijaniem badań kosmicznych, pokojowym wykorzystaniem energii jądrowej oraz techniki rakietowej, lotniczej itp. Poszukiwanie nowych technologii kucia matrycowego odbywa się głównie na pograniczu technologii kucia matrycowego na gorąco i innych technik. W ten sposób powstały m. in. następujące technologie:

- kucie z proszków spiekanych metali /na styku kuźnictwa i metalurgii proszków/,
- kucie w warunkach nadplastyczności i izotermiczne /na styku kuźnictwa, metaloznawstwa i obróbki cieplnej/,
- kucie z odlewów,
- prasowanie z płynnego i półpłynnego metalu /na styku kuźnictwa i odlewnictwa/.

Równolegle rozwijają się technologie kucia półswobodnego oraz pozostałe technologie kucia matrycowego, m. in. kucie metodą TR, kucie w przyrządach wielołącznikowych PTR, spęcznie wielokrotne, kucie metodą Rotaform, kucie bimetalu itp.

W zakresie kucia półswobodnego oraz technologii kształtowania brył zgniataniem /prasowanie oraz walcowanie/ nowe metody charakteryzują się nowymi rozwiązaniami samego procesu i narzędzi oraz konstrukcją maszyn i urządzeń.

Poszukiwania nowych technologii prasowania i walcowania skupiły się przede wszystkim na procesach prasowania ze stanu półpłynnego i płynnego w czasie krystalizacji, prasowania obwiedniowego na zimno na prasach PKW, walcowania wiertel, walcowania na walcarkach WPM, prasowania z przesuwym naciskiem itp.

Rozwijanie i rozszerzanie nowych oraz optymalizacja tradycyjnych metod i procesów obróbki plastycznej zalicza się do przedsięwzięć modernizacyjnych w przemyśle w zakresie istniejących technologii, narzędzi i maszyn. Osiąga się to m. in. przez:

- intensyfikację i optymalizację parametrów technologicznych,
- poprawę parametrów roboczych maszyn,
- modernizację oprzyrządowania,
- mechanizację i automatyzację itp.

Omówienie wszystkich wymienionych metod i procesów obróbki plastycznej i przykładów oszczędności materiałowych osiągniętych w przemyśle wykracza poza zakres niniejszego opracowania.

W dalszej części omówione zostaną jedynie te procesy, których rozwój na świecie w ostatnim okresie jest dominujący, które wykazują znaczne oszczędności materiałowe w przypadku ich zastosowania w przemyśle oraz zasługują na szerokie upowszechnienie w kraju ze względu na ich dużą efektywność.

1. K u c i e n a a u t o m a t a c h k u ż n i - c z y c h n a g o r ą c o

Technologia ta ma zastosowanie w wielkoseryjnej produkcji odkuwek wymagających kilku operacji kształtowania. Proces technologiczny obejmuje: cięcie zimnego lub indukcyjnie nagrzanego pręta, spęczanie wstępne, kształtowanie, wycinanie denka i okrawanie wypływki. Proces kucia jest automatyczny. Automaty kuźnicze są wielopozycyjnymi prasami automatycznymi o konstrukcji zbliżonej do automatów śrubiarskich do kształtowania wyrobów na zimno. W produkcji tych automatów wyspecjalizowały się trzy firmy: National Machinery /USA/, Hatebur /Szwajcaria/ oraz Peltzer Ehlers /RFN/. Firma National Machinery produkuje obecnie cztery typy automatów do kucia na gorąco: Hot Former 3- i 4-pozycyjne o wydajności 70-150 szt/min, max. średnicy pręta wyjściowego od 1 1/4" - 2 3/8" i długości cięcia 2 1/2" - 5 1/2" oraz masy wyrobu do 3,1 kg [11]. Automaty wyposażone

są w urządzenia podające pręty czy drut, stanowisko cięcia oraz urządzenie automatycznie transportujące odkuwki między matrycami.

Firma Hatebur produkuje automatyczne prasy wielopozycyjne typy Hotmatic AMP 20, AMP 30, AMP 50, AMP 70 [12]. Są one przeznaczone głównie do produkcji pierścieni łożysk tocznych. A oto ich cechy:

- Hotmatic AMP 30: - wydajność 120 szt/min,
- max. średnica pierścienia - 55 mm,
- 3 pozycje kucia.
- Hotmatic AMP 50: - wydajność 90 szt/min,
- max. średnica pierścienia - 82 mm,
- 4 pozycje kucia.
- Hotmatic AMP 70: - wydajność 70 szt/min,
- max. średnica pierścienia - 110 mm,
- 4 pozycje kucia.

Proces technologiczny ma następujący przebieg:

Pręty walcowane są nagrzewane w nagrzewnicach indukcyjnych firmy Brown Boveri. Następnie transportowane są automatycznym podajnikiem rolkowym do stanowisk kucia. Po kuciu odkuwki są podawane do wyżarzania.

Automaty National Machinery i Hatebur są wykonane w układzie z pionowym podziałem matryc.

Firma Peltzer i Ehlers produkuje trzy typy pras do kucia na gorąco w cyklu automatycznym: Forgemaster typ GF i Hotmaster typ GH oraz Polymaster typ PM. Prasy autoamtyczne Forgemaster GF wykonane w układzie poziomym z 4-5 stanowiskami kucia mają następującą charakterystykę:

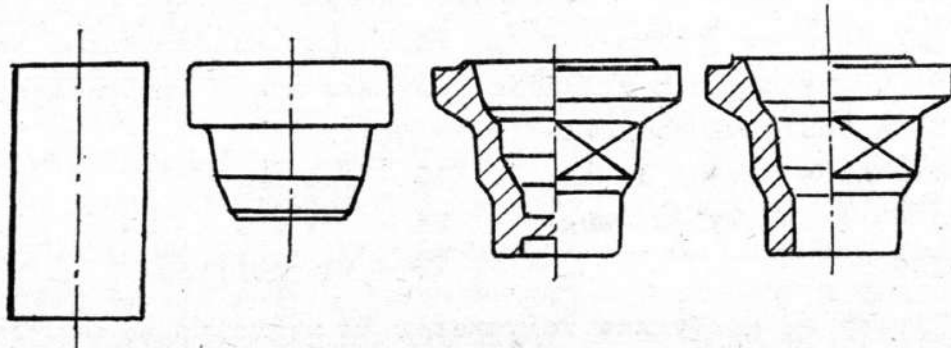
max średnica części kutej	30 - 160 mm,
średnica pręta wyjściowego	25 - 90 mm,
wydajność	25 - 140 szt/min.

Prasy automatyczne Polymaster PM wykonane są w układzie pionowym z 3-4 stanowiskami kucia i stosowane głównie do produkcji części występujących w krótkich seriach. Mają one następującą charakterystykę:

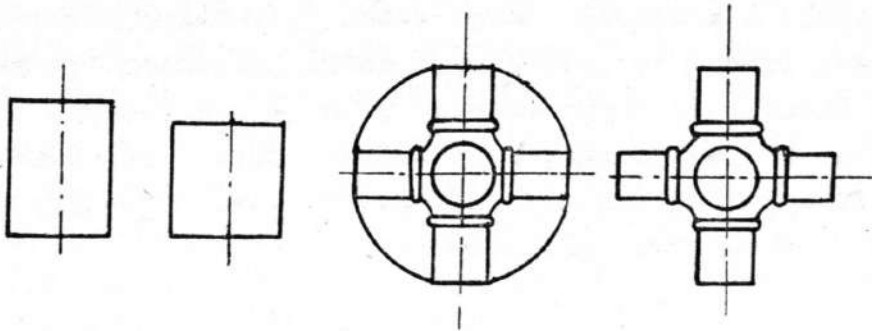
nacisk	1600 - 20000 kN,
max. średnica części kutej	30 - 160 mm,
skok suwaka	180 - 400 mm,
wydajność	30 - 60 szt/min.

Na automatach kuźniczych wykonywane są odkuwki o masie od 0,02-4 kg, średnicach zewnętrznych 14-160 mm i wysokości 15-135 mm w cyklu zautomatyzowanym o wydajności od 70-180 szt/min [11, 12]. Automaty są stosowane do produkcji normalni i subnormalni o wysokich własnościach wytrzymałościowych, części typu sworzeń, pierścieni łożysk tocznych itp. Obecnie stosowane są przede wszystkim do produkcji części na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego, o większym stopniu złożoności i większej masie, dotychczas kutych matrycowo czy skrawanych z pręta. Są to odkuwki następujących części: tulei z kołnierzami, pierścieni, kół zębatach, pierścieni synchronizatorów skrzyni biegów, kół zębatach stożkowych, piast, części przegubu homokinetycznego, kluczy nasadowych, krzyżaków, korpusów itp.

Proces kucia na gorąco na automatach zapewnia w stosunku do kucia matrycowego: wyższą wydajność 70-180 szt/min, wyższe wykorzystanie materiału /85-95 %/, większą dokładność wykonania /tolerancje wymiarowe są zbliżone do tolerancji wyrobów kutych na zimno/, znaczne obniżenie odchyłek masy /rzędu kilku gramów/, całkowitą automatyzację procesu. Na rysunkach 1. i 2. przedstawiono kolejne zabiegi kucia odkuwek koła zębatego stożkowego i odkuwki krzyżaka. Przy kuciu krzyżaka na auto-



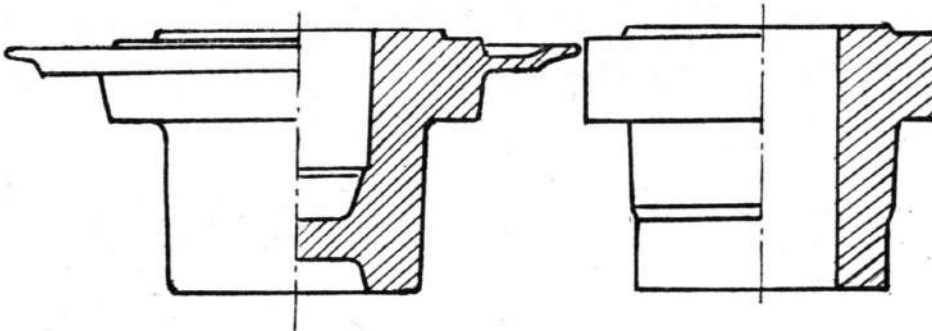
Rys. 1. Proces kucia odkuwki koła zębatego na automacie kuźniczym /cięcie, spęczanie wstępne, kształtowanie, wycinanie denka/ [11]



Rys. 2. Proces kucia odkuwki krzyżaka na automacie kuźniczym /cięcie, spęczanie, kształtowanie, okrawanie wypływki/ [11]

macie straty materiałowe wynoszą 25 % /przy tradycyjnym kuciu matrycowym 40 %/, a wydajność kształtuje się w wysokości 70 szt/min /3 sztuki przy tradycyjnym kuciu/.

Na rys. 3. pokazano odkuwkę koła zębatego kutą konwencjonalnie w matrycach i kutą na automacie Hotmatic AMP 12 . Cięż-

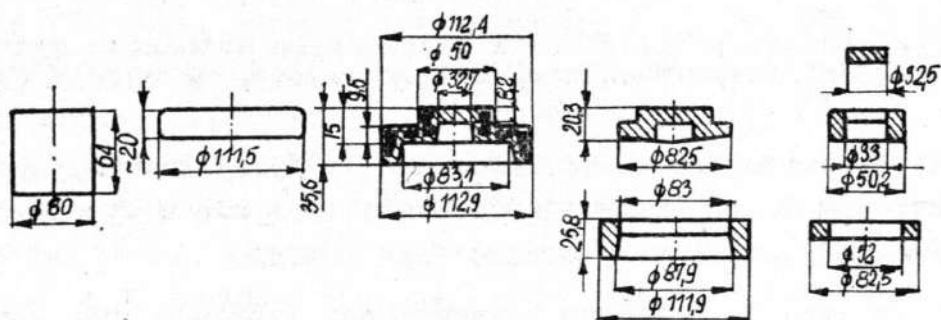


Rys. 3. Odkuwka koła zębatego kutą na młocie /z lewej/ i kutą na automacie kuźniczym /z prawej/

zar odkuwki kutej na automacie wynosi 1,77 kg, a kutej konwencjonalnie w matrycach 2,215 kg. Dzięki zastosowaniu kucia na automatach uzyskano ok. 0,445 kg stali przy wykonaniu 1 odkuwki.

W stosunku do kucia na zimno kucie na gorąco na automatach kuźniczych umożliwia zastosowanie prętów walcowanych na gorąco, kształtowanie przy znacznie niższych naciskach, kształtowanie złożonych części z materiałów wysokojakościowych o dużej wytrzymałości, a zastosowanie do wymiennych narzędzi stali do pracy na gorąco umożliwia kilkakrotną ich regenerację. Na automatach kuźniczych można również wykonywać na gorą-

co odkuwki z mosiądzu /tarcze, tuleje/. Można również zaprojektować proces technologiczny kucia pierścieni łożyskowych w ten sposób, że jednocześnie wykonuje się dwa lub trzy pierścienie, np. zewnętrzny i wewnętrzny /rys. 4./. Zwiększa to jeszcze bardziej oszczędności materiałowe i zmniejsza w znacznym stopniu pracochłonność [1].



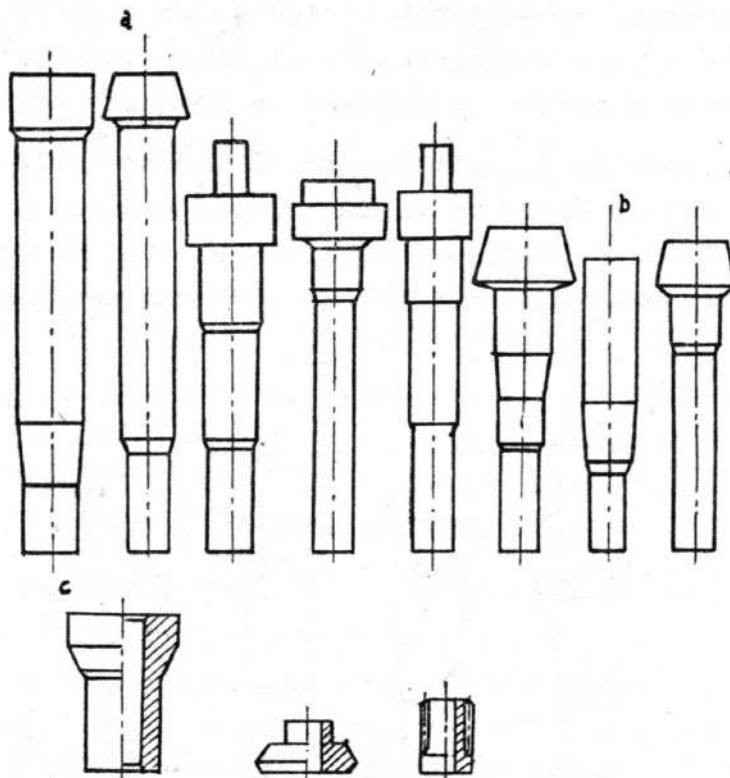
Rys. 4. Proces kucia trzech pierścieni łożyskowych na automacie kuźniczym /cięcie, spęczanie, kształtowanie wstępne, odcinanie pierścienia rozcinanie na pierścienie i wykrawanie denka/ [1]

2. Kształtowanie i wyciskanie na zimno

Procesy wielooperacyjnego kształtowania plastycznego na zimno stosowane są z dużym powodzeniem w wielu zakładach i kuźniach przede wszystkim przemysłu motoryzacyjnego w USA, ZSRR, RFN, Francji, Anglii i we Włoszech. Zastosowania przemysłowe obejmują nie tylko proste i drobne wyroby znormalizowane /śruby, sworznie, nakrętki itp./, lecz także bardziej złożone i większe części wykonywane dotychczas przede wszystkim obróbką skrawaniem lub obróbką plastyczną na gorąco. Między innymi kuje się na zimno korpusy i trzpienie świec zapłonowych, tuleje sprzęgła oraz koła zębate rozrusznika, wyroby typu pierścieni, talerzyki sprężyn itp. Typowym wyrobem kształtowanym na zimno są sworznie kuliste układu kierowniczego samochodu.

Obecnie na automatycznych prasach wielozabiegowych kuje .

się na zimno wyroby o masie kilku kilogramów z prętów wyjściowych o średnicy do 50 mm, m. in. wykonuje się na zimno odkuwki: wałków napędowych przekładni o masie 2,7 kg z pręta o średnicy 47,6 mm z wydajnością 2100 szt/godz. /rys. 5a./, zwrotnicy przedniego koła o masie 1,2 kg z pręta o średnicy 38 mm z wydajnością 2700 szt/godz. /rys. 5b./, tulei satelity o masie 1,5 kg z wydajnością 2100 szt/godz. /rys. 5c./, tuleje zawieszenia tylnego, koła zębatego, wałków i inne [13].



Rys. 5. Wyroby kute na zimno na automacie National typ Cold Former 1875

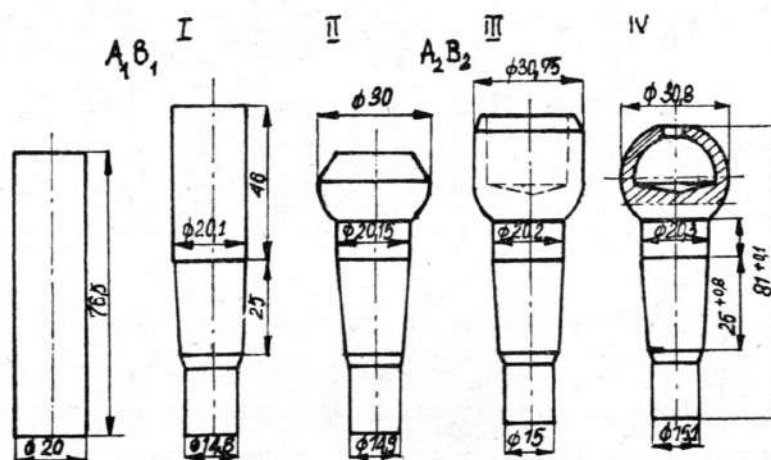
a/ wałek napędowy przekładni, b/ zwrotnica przedniego koła, c/ tuleja satelity [13]

Przy produkcji wyrobów o złożonych kształtach /kutyh dotychczas na gorąco/ można wyróżnić następujące podstawowe operacje obróbki plastycznej na zimno: cięcie, spęczanie, przepychanie, wyciskanie, kształtowanie złożone w matrycach. Operacje wyciskania, spęczania i przepychania stosowane są

sazwyczaj jako operacje wstępnego kształtowania materiału wyjściowego przed ostatecznym kuciem na zimno.

Przy kuciu na zimno do zabiegów przygotowawczych i pomocniczych zalicza się również wstępne i międzyoperacyjne procesy obróbki chemicznej i cieplnej obejmujące operacje bonderyzacji, wyżarzania zmiękczającego, rekrytalizującego itp. Procesy kształtowania plastycznego na zimno wykonuje się na prasach przystosowanych odpowiednio do kucia z drutów i prętów. Wyposażone są one w podajniki i współpracują z urządzeniami do ciągnięcia, prostowania i cięcia. Obecnie produkowane prasy i automaty do kształtowania na zimno umożliwiają wykonywanie wyrobów z prętów wyjściowych o średnicy ok. 50 mm.

Przebieg typowego procesu technologicznego kucia na zimno ilustruje proces kucia sworznia kulistego układu kierowniczego ciągnika opracowany w Instytucie Obróbki Plastycznej /rys. 6./. Zastosowanie procesu kucia na zimno sworznia kulis-

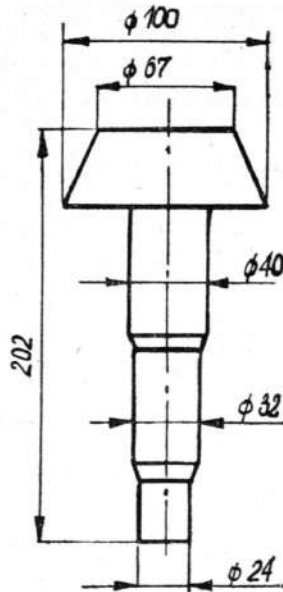


Rys. 6. Proces technologiczny kucia na zimno sworznia kulistego układu kierowniczego samochodu

A_1, A_2 - wyżarzanie, B_1, B_2 - fosforowanie i smarowanie

I - przepychanie, II - spęczanie, III - wyciskanie, IV - kształtowanie 2ba

tego o średnicy 30 mm zamiast skrawania z pręta zmniejsza zużycie materiału z 143 do 43 ton rocznie.

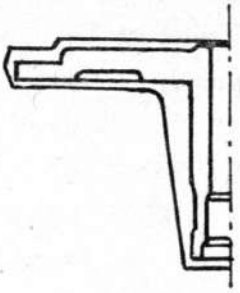
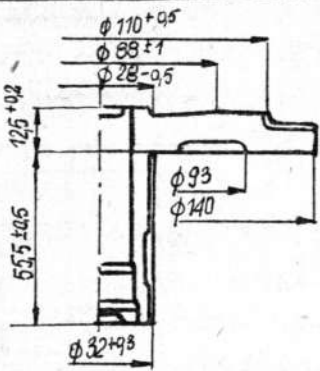
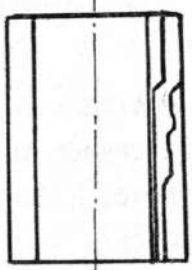
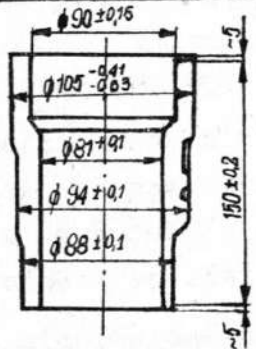

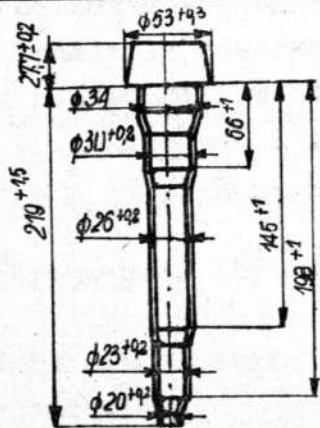



Rys. 7. Wałek napędowy kuty na zimno

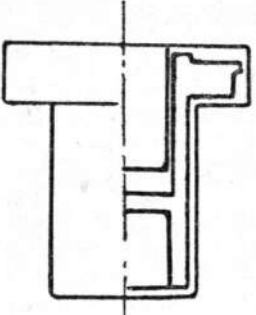
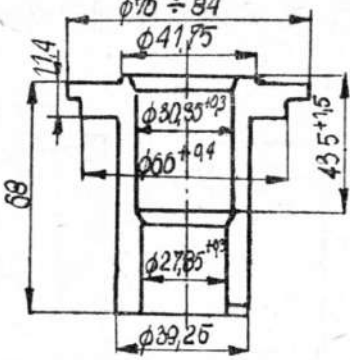
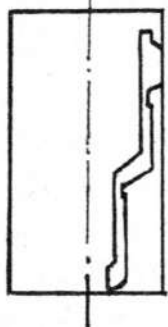
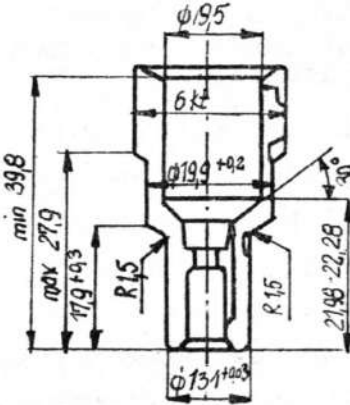

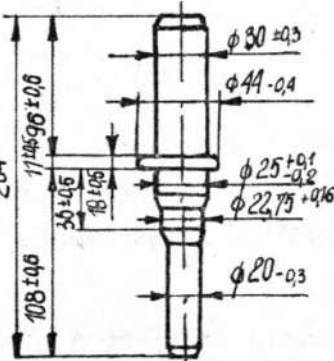
Przykładem zastosowania kucia na zimno zamiast tradycyjnego kucia matrycowego na gorąco jest wałek napędowy o masie 2,2 kg /rys. 7./. Kucie na zimno na prasie Massey dało 0,6 kg oszczędności stali na 1 odkuwce wałka [9].

Przykładem zastąpienia obróbki skrawaniem jest korpus świecy zapłonowej oraz wałek amortyzatora o masie 0,07 kg wykonywany z pręta sześciokątnego. Odpady materiału przy kształtowaniu na zimno wynosi zaledwie 0,003 kg, podczas gdy przy skrawaniu masa wiórów wynosiła 0,122 kg. Dalsze przykłady wyrobów kształtowanych na zimno i efektów techniczno-ekonomicznych uzyskanych we francuskim przemyśle motoryzacyjnym podano w tablicach 2. i 3. [4].

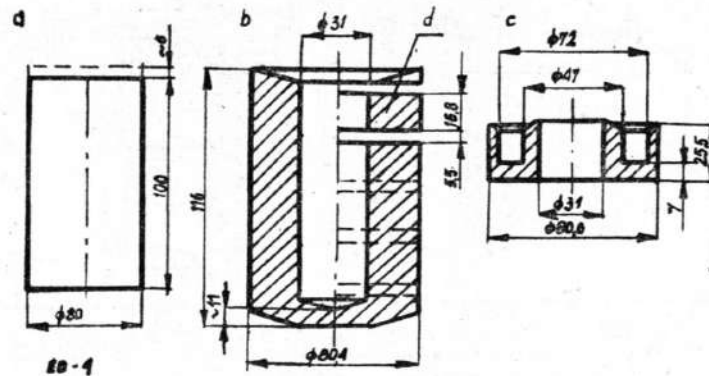
Tablica 2. Przykłady wyrobów kształtowanych na zimno oraz uzyskane oszczędności

Nazwa wyrobu	Charakterystyka półwyrobu		Oszczędności
	Technologia dotychczasowa	Kształtowanie na zimno	
Zwrotnica koła /7000 szt./ dzień/			20% oszczędności kosztów materiału 23% oszczędności kosztów końcowych Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	XC 38	37CAE ϕ 55 łuszczony	
masa mat.wyjs.	2100 g/odkuwka/	1600 g	
masa wyrobu	1050 g	1050 g	
Tuleja /1000 szt./ miesiąc/			60% oszczędności kosztów materiału 50% oszczędności kosztów końcowych Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	C35 d/rura ϕ 106/	XC18 ϕ 104 łuszczony	
masa mat.wyjs.	5100 g/rura/	3260/cięty na pile/	
masa wyrobu	2400 g	2500 g	
Wał napędowy przekładni /3600 szt./ dzień/			45% - " - 23% - " - Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	17CD4 ϕ 35 walcowany	17CD4 ϕ 35 walcowany	Zarys wyrobu gotowego 
masa mat.wyjs.	2100 g odkuwka	1300 g	
masa wyrobu	1200 g	1200 g	

Tablica 3. Przykłady wyrobów kształtowanych na zimno oraz uzyskane oszczędności

Nazwa wyrobu	Charakterystyka półwyrobu		Oszczędności
	Technologia dotychczasowa	Kształtowanie na zimno	
Piasta /3000 szt./ miesiąc/			47% oszczędności kosztów materiału 23% oszczędności kosztów końcowych Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	XC38	XC38 ϕ 58 łuszczony	
masa mat.wyjs.	1530 g odkuwka	830 g	
masa wyrobu	520 g		
Korpus świecy /50000 szt./ miesiąc/			50% oszczędności kosztów materiału 45% oszczędności kosztów końcowych Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	S 300	XC10 ϕ 16/drut/	
masa mat.wyjs.	132 g /pręt/	43 g	
masa wyrobu	33 g	33 g	
Wał /seria 10000 szt./			28% oszczędności kosztów materiału 52% oszczędności kosztów końcowych Ograniczenie obróbki skrawaniem
materiał	XC38 walcowany	XC18 łuszczony	
masa mat.wyjs.	1430 g	940 g	
masa wyrobu	910 g	910 g	

W Instytucie Obróbki Plastycznej również opracowano i zastosowano w przemyśle procesy wyciskania na zimno elementów o złożonych kształtach. Przykładem jest technologia wyciskania na zimno śrubowej tulei rozrusznika oraz korpusów i uchwytów cewek sprzęgieł elektromagnetycznych /rys. 8./ [8]. Wprowadze-



Rys. 8. Wyciskanie korpusów sprzęgła elektromagnetycznego

a/ materiał wyjściowy, b/ tuleja po wyciskaniu na zimno, c/ korpus sprzęgła po wyciskaniu na zimno, d/ krążek do wyciskania korpusu wycięty z tulei

nie wyciskania pozwoliło na uzyskanie 40 % oszczędności stali E04 /ARMCO/ w stosunku do części skrawanych o średnicy do 100 mm oraz 25 % oszczędności w stosunku do części wykonywanych z półwyrobów kutek na gorąco /części sprzęgieł o średnicy zewnętrznej od 110-160 mm/. W produkcji elementów wyciskanych na zimno zastosowano przyrząd rewolwerowy do spęczania i wyciskania elementów drobnych. Przyrząd jest przystosowany do pracy na prasach mimośrodowych PMS16CP i PMS25CP [14]. Przyrząd jest zautomatyzowany, zastosowano w nim ciągłą kontrolę wymiarową i kontrolę prawidłowości pracy, włączone w układ sterowania prasy. W przyrządach rewolwerowych wykonuje się drobne części typu sworzeń, śruba, nit o zakresie średnic od 1,5-6 mm, długości 5-20 mm, z dokładnością $\pm 0,05$ mm na potrzeby przemysłu motoryzacyjnego, elektrotechnicznego, elementów wyposażenia budownictwa. Korzyści wynikające z zastosowania wyciskania i spęczania w przyrządach rewolwerowych są następujące:

- koszt przyrządu jest od 8-12-krotnie niższy od kosztu urzą-

dzeń specjalnych,

- wydajność jest dziesięciokrotnie większa niż przy skrawaniu /do 140 szt/min/,
- oszczędność materiału w porównaniu z obróbką skrawaniem wynosi ok. 20-80 %,
- możliwość pełnego wykorzystania prasy.

Jedną z części wyciskanych przy użyciu tego przyrządu jest nit mosiężny, przy produkcji którego zaoszczędzono 60 % materiału w stosunku do obróbki skrawaniem, tzn. 17 ton mosiądzu rocznie.

2.1. Wydziały kucia na zimno

Duże możliwości zastosowania w przemyśle oraz liczne zalety technologii kształtowania na zimno /małe zużycie materiałów, duża dokładność i jakość wyrobów, mała pracochłonność, niskie koszty wytwarzania itp./ powodują stały i szybki rozwój tej technologii. W większych zakładach tworzy się specjalne wydziały kucia na zimno. Wydział taki uruchomiły m. in. zakłady Renault w Societe des Aciers Fins de L'Est w Hagondange. Wydział ten wykonuje dziennie ok. 30 ton odkuwek do samochodów "Renault" [5, 6, 7]. Asortyment odkuwek kształtowanych na zimno obejmuje następujące wyroby: koło środkowe tylnego mostu, osłona i kielich połączeń przekładni, mniejsze koło napędowe przekładni, zwrotnice kół przednich, piasty kół przednich, koła stożkowe przekładni różnicowej oraz zwrotnice przednie. Przekroje poprzeczne odkuwek wynoszą od 28-70 mm, a ich masy kształtują się w granicach od 0,4-3,0 kg.

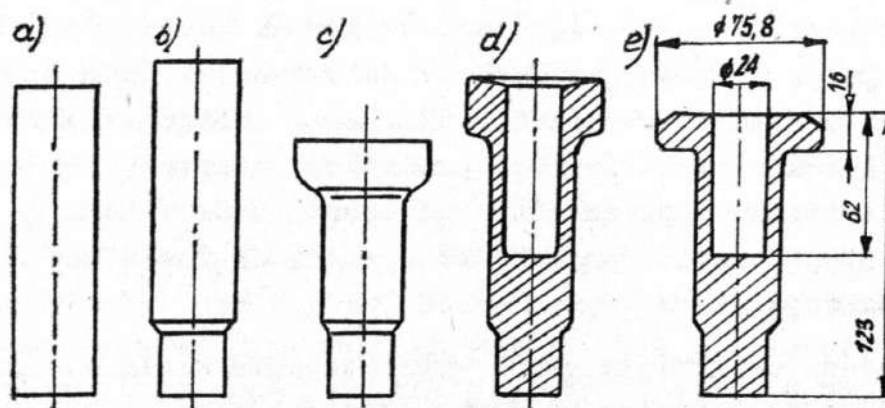
Korzyści osiągnięte przez wyprowadzenie kucia na zimno są w porównaniu z kuciem na gorąco następujące:

- zmniejszenie zużycia materiału /dla kół środkowych od 27-31 %, dla piast od 19-28 %, dla napędowych kół zębatach od 17-32 %,
- zmniejszenie masy odkuwki wynikające ze zmniejszenia lub likwidacji naddatków, skosów kuźniczych itp. /dla kół środ-

kowych od 55-58 %, dla piast od 49-51 %, dla kół stożkowych od 34-45 %, dla napędowych kół przekładni od 34-62 %.

Stwierdzono również obniżenie pracochłonności w porównaniu z kuciem na gorąco - średnio w stosunku 1:3. Całkowite efekty ekonomiczne po uwzględnieniu kosztów bonderyzacji i obróbki cieplnej i wykończeniowej wynoszą ok. 20 % ceny gotowego wyrobu.

Podobny wydział kucia na zimno zorganizowany jest w firmie Volkswagen. W zakładach tej firmy wykonuje się na zimno około 200 rodzajów odkuwek, m. in. koła zębate przekładni mechanizmu różnicowego w sześciu różnych wielkościach /największe o długości 123 mm, średnicy 75,8 mm i masie 1,2 kg/. Schemat kształtowania na zimno takiego koła ze stali 16 MnCr5 przedstawia rys. 9 [13]. Koło zębate napędzające jest kształtowane przy pomocy automatu wielostanowiskowego GB6, który umożliwia wykonanie czterech zabiegów: podczas pierwszego zabiegu jest wyciskana współbieżnie końcówka, w trakcie drugiego spęczany jest kołnierz, w czasie trzeciego prowadzone jest wyciskanie przeciwbieżnie, zaś czwarty kształtuje już kołnierz na gotowo.



Rys. 9. Schemat kształtowania na zimno koła zębatego przekładni przy pomocy automatu GB6

a/ materiał wyjściowy, b/ wyciskanie końcówki, c/ spęczanie kołnierza, d/ wyciskanie przeciwbieżnie, e/ kształtowanie kołnierza na gotowo

2.2. Maszyny do kształtowania na zimno

Z uwagi na bardzo szybki rozwój technologii kształtowania na zimno wiele wytwórni specjalizuje się w produkcji odpowiednich maszyn i urządzeń [11]. Do maszyn stosowanych do kształtowania na zimno należy zaliczyć:

- prasy hydrauliczne konstrukcji, np. MSJ-Morena Somua 1600 + 600 T, Jambon 150-1600 T, Verson, Eitel i inne;
- automatyczne prasy wielozabiegowe szybkobieżne, np. National Machinery /Cold Former, Boltmaker, Cold Nut Formiers/, Peltzer-Ehlers /Boltmaster GB - Multimaster MM, Nutmaster NM/, Hatebur, Boltmatic BKA, Polimatic PKE, PKZ, Hanrez /PRL, PRM/, Sakamura /Bolt Former BP/, Malmedia /QPB, QPM/ i inne;
- prasy mechaniczne różnych typów: korbowe, kolanowe, przegubowe Maxi z napędem klinowym, np. ZDAS /LU63-1600T, LKP400, LUD/, Eumuco /KFP 200-1250T/, Peltzer-Ehlers /Polymaster PM-VKP, VLP 75-1000T/, Maypres /MKN, MKR, OKN 63-1600T/ i inne.

Omówione w ogólnym zarysie zagadnienia i przykłady nie wyczerpują wszystkich problemów związanych z technologią kształtowania na zimno. Perspektywy dalszego rozwoju tej technologii są bardzo optymistyczne, a główne zmiany należałoby przeprowadzić w zakresie:

- dalszego rozpowszechniania technologii w przemyśle,
- opracowania technologii kształtowania części złożonych, wyrobów o większych wymiarach, wyrobów z trudno odkształcalnych materiałów,
- konstrukcji zmechanizowanych maszyn i urządzeń do kształtowania większych wyrobów,
- zwiększenia wydajności urządzeń do kształtowania na zimno.

B i b l i o g r a f i a

- [1] Bindin i inni, Technologičeskie vozmožnosti proizvodstva kolcewych pokowok na mnogopozycjonnych pressach, Kuznečno Štampovočnoe Proizvodstvo 1976, z. 2, s. 17.
- [2] Dreger Donald R., A. Giant step form the blacksmith age forgings by the thousands, Machine Design 1976, nr 16, s. 57 /wg Expr. Inf. 46, 1976/.
- [3] Faure H., Point de vue sur extrusion, Formage et traitements des metaux 1973, nr 41, s. 33.
- [4] Formage à froid des metaux par ex par exresion, SNEF ADETIEF.
- [5] La Frappe à froid à la Regie Renault, Formage at traitements des metau 1973, nr 41, s. 27.
- [6] Lisowski J., Rozwój kucia na zimno, Mechanik 1975, z. 9, s. 456.
- [7] Lisowski J., VII Międzynarodowy Kongres Kuźnictwa, Obróbka plastyczna 1972, nr 1, s. 405.
- [8] Łabędzki W., Wyciskanie na zimno części sprzęgieł elektromagnetycznych ze stali, Referat Form 74, INOP, Poznań 1974.
- [9] New company in cold forming, Metallurgia and Metal Forming 1974, z. 5, s. 117.
- [10] Precision hot forgins are made on high-speed machines, Precision Metal 1976, z. 6, s. 47.
- [11] Prospekty MSJ - Morane, Somua, Jambon, Malmedia, National Machinery, Peltzer-Ehlers, Sakamura, Hatebur, Komatsu-Maypres.
- [12] Reklama Hetebur, Draht-Welt 1977, z. 7, s. 250.
- [13] Sagemuller F., Kaltfliesspressen von grossen Formtallnem aus Stahl, Draht 1968, nr 1, s. 13.
- [14] Wiegandt R., Wyciskanie i spęczanie drobnych elementów z drutu na prasach szybkobieźnych, Przegląd Mechaniczny 1977, z. 6, s. 202.

NEW METAL FORMING PROCESSES: PART 1: COLD AND HOT FORGING

Summary

In this paper, the tendencies of methods of metal forging development are described. Methods of metal forging are presented in a table which shows stages of their development and their further progress. New processes of cold and hot forging on high speed machines are presented. The authors give the examples of elements /forged with cold and hot methods/ together with resultant economy. The machines were systematized. Cold and, hot forging on high speed machines makes the reduction of the material usage possible and it allows to shorten the time of technological process.

НОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ Ч. I. ХОЛОДНАЯ И ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА

Резюме

В настоящей статье представлены тенденции развития обработки металлов давлением. В таблице поданы методы обработки давлением с указанием направлений и их степени развития. Представлены новые процессы горячей и холодной штамповки на быстроходных автоматах. Поданы также примеры деталей холодной и горячей штамповки и указаны экономические эффекты их производства. Проведена систематизация машин. Указывается на то, что холодная и горячая штамповка на быстроходных автоматах создает возможность экономии металла и сокращения времени технологического процесса.