

Zestaw narzędzi i sposób półswobodnego wyciskania stopnia

Przedmiotem wynalazku jest zestaw narzędzi i sposób półswobodnego wyciskania stopnia zwłaszcza na wale.

5 Znane są różne metody plastycznego kształtowania wyrobów stopniowanych. Metodą umożliwiającą wytwarzanie stopniowanych wałów jest m.in. kucie w matrycach łupkowych. Matryce kuźnicze wykonuje się w postaci dwóch wkładek złożonych w trakcie kucia, a rozkładanych w momencie wyjmowania odkuwki z matrycy. Matryce łupkowe należą do grupy narzędzi przeznaczonych do kucia zamkniętego, ponieważ płaszczyzna podziału matryc w tym przypadku
10 przebiega tak, aby wykroje w czasie całego procesu kucia tworzyły przestrzeń zamkniętą. Szczegółowe informacje na temat kucia w matrycach łupkowych przedstawiono np. w publikacji: Gontarz A., Myszak R.: Forming of external steps of shafts in three slide forging press, Archives of Metallurgy and Materials 55, 2010, 689-694, lub w książce: Gontarz A.: Efektywne procesy kształtowania w trójsuwakowej prasie kuźniczej, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2005.

15 Kształtowanie wałów stopniowanych możliwe jest również metodą spęczania na stożki przejściowe. Informacje dotyczące procesu można odnaleźć np. w książce: Wasiunyk P.: Kucie na kuźniarkach, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973 czy też w publikacji: Gokler M.I., Darendeliler H., Elmaskaya N.: Analysis of tapered preforms in cold upsetting, International Journal of Machine Tools & Manufacture 39, 1999, 1–16.

20 Znana jest również technologia wytwarzania stopniowanych wałów metodą przepychania, która polega na wywieraniu nacisku na materiał umieszczony najczęściej w stożkowym narzędziu o mniejszym przekroju otworu, co powoduje przepchnięcie wsadu przez ten otwór skutkujące zmniejszeniem przekroju i jednoczesnym wydłużeniem kształtowanego materiału. Proces można prowadzić również przeciskając narzędzie przez wyrób. Proces przepychania analizowano m.in.
25 w pracach: Srinivasan K., Venugopal P.: Adiabatic and friction heating on the open die extrusion of solid and hollow bodies, Journal of Materials Processing Technology, vol. 70, 1997, no. 1-3, 170-177; Srinivasan K., Venugopal P.: Direct and inverted open die extrusion (ODE) of rods and tubes, Journal of Materials Processing Technology, vol. 153–154, 2004, 765–770; Zhaohui H., Peifu F.: Solution to the bulging problem in the open-die cold extrusion of a spline shaft of relevant photoplastic theoretical study, Journal of Materials Processing Technology, vol. 114, 2001, no. 3, 185-188.
30

 Znane jest również wytwarzanie kołnierzy metodą spęczania opisane przez Hu X.L., Wang Z.R.: Numerical simulation and experimental study on the multi-step upsetting of a thick and wide flange on the end of pipe, Journal of Materials Processing Technology 151, 2004, 321-327. Wsad umieszcza się w matrycy, a następnie spęcza się go narzędziem posiadającym płaską powierzchnię
35 czołową. Po każdej operacji spęczania, wsad wysuwa się z matrycy i poddaje się kolejnym operacjom spęczania, do momentu uzyskania stopnia o wymaganej średnicy i wysokości.

 Znane są również sposoby kształtowania wałów stopniowanych polegające na wyciskaniu z zastosowaniem ruchomej tulei. W rozwiązaniach tych proces wyciskania realizowany jest w wykrojach zamkniętych, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie kołnierzy wewnętrznych

i zewnętrznych umiejscowionych na końcu lub w środkowej części wału. Informacje na temat ww. procesów znajdują się w dokumentach patentowych: PL224500 (B1), PL224497 (B1), PL224499 (B1), PL224498 (B1), PL224501 (B1), PL224795 (B1).

Przykłady technologii umożliwiających wyciskanie wyrobów stopniowanych znajdują się również w dokumentach patentowych: PL222188 (B1), PL222171 (B1), PL222169 (B1), w których przedstawiono procesy wyciskania promieniowego z zastosowaniem pierścienia ograniczającego. Zadaniem pierścienia jest zmiana stanu naprężenia w wyprasce, dzięki czemu ogranicza się zjawisko pęknięcia i zmiany grubości wyciskanego kołnierza. Należy zaznaczyć, że pierścień ograniczający odkształca się plastycznie razem z wsadem. Podobną technologię przedstawiono w dokumencie patentowym PL222192 (B1), przy czym w rozwiązaniu tym zastosowano kilka ruchomych tulei, które ograniczają promieniowe płynięcie materiału, aczkolwiek tuleje te nie odkształcają się plastycznie w trakcie procesu.

Przedmiotem wynalazku jest zestaw narzędzi do półswobodnego wyciskania stopnia posiadające matrycę w kształcie pierścienia i ułożony z nią współosiowo pojemnik w kształcie pierścienia oraz stempel, umieszczony w pojemniku i wyrzutnik, umieszczony w matrycy.

Istotą zestawu narzędzi **jest to, że** otwór pojemnika w pierwszej strefie od strony kontaktu z matrycą posiada większe pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie znajdującej się od strony stempla.

Wyrzutnik może posiadać otwór lub być pełny.

Opcjonalnie otwór pojemnika w pierwszej strefie posiada wykrój kształtowy, wyznaczony przez linię śrubową.

W odmianie stempel stopniowany jest jednolity i w pierwszej swojej strefie od strony matrycy posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej swojej strefie od strony pojemnika.

W kolejnej odmianie czołową powierzchnią stempla pełnego styka się trzpień prosty.

Opcjonalnie stempel rurowy posiada otwór o kierunku zgodnym z kierunkiem otworu w pojemniku, przy czym w otworze stempla rurowego znajduje się część trzpienia.

Alternatywnie na czołowej powierzchni wyrzutnika, od strony pojemnika znajduje się wykrój.

W odmianie na czołowej powierzchni stempla, od strony wsadu wzdłużnego, znajduje się wykrój.

Trzpień może być dzielony poprzecznie do kierunku otworu stempla rurowego, przy czym w miejscu podziału znajduje się wykrój.

Trzpień na końcu od strony matrycy może posiadać klinową powierzchnię, która styka się z klinową powierzchnią stempla bocznego, ułożonego na wyrzutniku, zaś pomiędzy matrycą i pojemnikiem znajduje się pierścień ułożony współosiowo względem nich.

Na wewnętrznej powierzchni pierścienia może znajdować się wykrój.

Istotą sposobu półswobodnego wyciskania stopnia **jest to, że** do współosiowo umieszczonego zestawu matrycy, pojemnika i wyrzutnika, wprowadza się wsad wzdłużny, który opiera się o wyrzutnik, po czym na koniec wsadu wzdłużnego, wywiera się nacisk stemplem, dociskając wsad wzdłużny, do wyrzutnika, wypełniając strefę pierwszą otworu pojemnika, po czym pojemnik przemieszcza się przeciwnie do ruchu stempla.

Opcjonalnie do otworu wsadu wzdłużnego rurowego wprowadza się trzpień prosty, po czym wywiera się nacisk stemplem pełnym na koniec wsadu wzdłużnego rurowego i trzpienia prostego.

W innej opcji do otworu wsadu wzdłużnego rurowego wprowadza się trzpień, po czym wywiera się nacisk stemplem rurowym na koniec wsadu wzdłużnego rurowego.

- 5 Możliwe jest aby wraz z ruchem pojemnika przeciwbieżnym do ruchu stempla, pojemnik obraca się wokół własnej osi.

W drugiej odmianie sposobu do współosiowo umieszczonego zestawu matrycy, pojemnika, wyrzutnika, i umiejscowionego pomiędzy matrycą, a pojemnikiem pierścienia wprowadza się wsad wzdłużny rurowy, po czym w otworze wsadu wzdłużnego rurowego umiejscawia się na wyrzutniku, 10 stempel boczny, następnie wprowadza się do otworu wsadu wzdłużnego rurowego trzpień, który na końcu od strony matrycy posiada klinową powierzchnię, która styka się z klinową powierzchnią stempla bocznego, po czym wywiera się trzpieniem z klinową powierzchnią nacisk na stempel boczny i po wypełnieniu wykroju na wewnętrznej powierzchni pierścienia wywiera się nacisk stemplem rurowym na koniec wsadu wzdłużnego rurowego, dociskając wsad wzdłużny rurowy do wyrzutnika, 15 wypełniając strefę pierwszą I otworu pojemnika, po czym pojemnik przemieszcza się przeciwbieżnie do ruchu stempla rurowego.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na plastyczne kształtowanie wałów stopniowanych pełnych i drażonych przy zminimalizowaniu naddatków na obróbkę wiórową, co zwiększa wykorzystanie materiału. W procesie wyciskania zastosowano przemieszczający się 20 pojemnik, dzięki czemu w miarę postępu procesu zmniejsza się udział sił tarcia dla pary trącej materiał odkształcany - narzędzia. Wyrób z wyciśniętym stopniem charakteryzuje się ciągłym układem włókien w materiale, dzięki czemu uzyskuje się polepszone własności wytrzymałościowe produktu. Ponadto proces może być realizowany na zimno, dzięki czemu eliminuje się konieczność nagrzewania wsadu. Wyciskanie na zimno umożliwia również uzyskanie bardzo dobrej jakości powierzchni zewnętrznej 25 wyrobu oraz wysokiej dokładności wymiarowo – kształtowej. Dodatkowo w przypadku kształtowania wyrobów drażonych możliwe jest uzyskanie w jednej operacji stopnia o wysokości kilkukrotnie większej od grubości ścianki wsadu rurowego. Dzięki zastosowaniu wyrzutnika możliwe jest wyciskanie stopni na dowolnej wysokości wsadu.

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania i realizacji jest uwidoczniony na 30 schematycznym rysunku. Poszczególne figury rysunku przedstawiają:

- Fig. 1 – przekrój osiowy zestawu z wsadem w pierwszym przykładzie wykonania,
 Fig. 2 – przekrój osiowy zestawu z wsadem w drugim przykładzie wykonania,
 Fig. 3 – przekrój osiowy zestawu z wsadem w trzecim przykładzie wykonania,
 Fig. 4 – przekrój osiowy zestawu z wsadem w czwartym przykładzie wykonania,
 35 Fig. 5a – widok z boku stempla jednolitego stopniowanego,
 Fig. 5b – widok z boku stempla pełnego z trzpieniem prostym,
 Fig. 5c – przekrój osiowy stempla rurowego z trzpieniem prostym,
 Fig. 5d – widok izometryczny stempla pełnego z wykrojem,
 Fig. 6a – widok izometryczny trzpienia prostego,

Fig. 6b – widok izometryczny trzpienia dzielonego,

Fig. 6c – widok izometryczny trzpienia z klinową powierzchnią,

Fig. 7 – widok izometryczny stempla bocznego,

Fig. 8 – widok izometryczny pierścienia,

5 Fig. 9a – przekrój osiowy wsadu wzdłużnego rurowego,

Fig. 9b – przekrój osiowy wsadu wzdłużnego pełnego,

Fig. 10a – widok izometryczny przekroju osiowego wypraski rurowej w pierwszym przykładzie wykonania,

Fig. 10b – widok izometryczny przekroju osiowego wypraski rurowej w drugim przykładzie wykonania,

10 Fig. 10c – widok izometryczny przekroju osiowego wypraski rurowej w trzecim przykładzie wykonania,

Zestaw do półswobodnego wyciskania stopnia w pierwszym przykładzie wykonania Fig. 1 posiada matrycę 1 w kształcie pierścienia o wewnętrznej średnicy $\varnothing 50$ mm i ułożony z nią współosiowo pojemnik 2 w kształcie pierścienia oraz stempel 3a jednolity stopniowany. Stempel 3a jednolity stopniowany posiada kształt walca, który w pierwszej swojej strefie III od strony matrycy 1 posiada średnicę równą $\varnothing 30$ mm zaś w swojej drugiej strefie IV od strony pojemnika 2 posiada średnicę $\varnothing 50$ mm. Stempel 3a jednolity stopniowany umieszczony jest w pojemniku 2. Otwór pojemnika 2 posiada przekrój kołowy, który w pierwszej strefie I od strony kontaktu z matrycą 1 posiada średnicę równą $\varnothing 56$ mm, zaś w drugiej strefie II od strony kontaktu ze stemplem 3a jednolitym stopniowanym posiada średnicę równą $\varnothing 50$ mm. Pierwsza strefa I otworu przechodzi w drugą strefę II otworu fazą o kącie 14° . Zestaw posiada wyrzutnik 4a z otworem współosiowym do kierunku ruchu stempla 3a jednolitego stopniowanego. Wyrzutnik 4a posiada kształt tulei o średnicy zewnętrznej równej $\varnothing 50$ mm i średnicy wewnętrznej równej $\varnothing 30$ mm. Wyrzutnik 4a z otworem umieszczony jest w matrycy 1. Na czołowej powierzchni wyrzutnika 4a z otworem od strony pojemnika 2 znajduje się wykrój A w kształcie pierścienia o przekroju poprzecznym opisanym krzywymi pierwszego i drugiego stopnia, tworzącymi półkole.

Zestaw do półswobodnego wyciskania stopnia w drugim przykładzie wykonania Fig. 2 posiada matrycę 1 w kształcie pierścienia i ułożony z nią współosiowo pojemnik 2 w kształcie pierścienia oraz stempel 3b pełny umieszczony w pojemniku 2 i wyrzutnik 4b pełny umieszczony w matrycy 1. Otwór pojemnika 2 w pierwszej strefie I od strony kontaktu z matrycą 1 posiada większe pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie II znajdującej się od strony stempla 3b pełnego. Pierwsza strefa I otworu przechodzi w drugą strefę II otworu fazą. Na czołowej powierzchni stempla 3b pełnego od strony wsadu wzdłużnego 5b pełnego znajduje się wykrój B w kształcie pierścienia o przekroju poprzecznym opisanym krzywymi pierwszego i drugiego stopnia.

Zestaw do półswobodnego wyciskania stopnia w trzecim przykładzie wykonania Fig. 3 posiada matrycę 1 w kształcie pierścienia i ułożony z nią współosiowo pojemnik 2 w kształcie pierścienia oraz stempel 3c rurowy umieszczony w pojemniku 2 i wyrzutnik 4b pełny umieszczony w matrycy 1. Otwór pojemnika 2 w pierwszej strefie I od strony kontaktu z matrycą 1 posiada większe pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie II znajdującej się od strony stempla 3c rurowego. Pierwsza strefa I otworu przechodzi w drugą strefę II otworu fazą. Stempel 3c rurowy posiada otwór

o kierunku zgodnym z kierunkiem otworu w pojemniku 2. W otworze stempla 3c rurowego znajduje się trzpień 6b dzielony poprzecznie do kierunku otworu stempla 3c rurowego. W miejscu podziału trzpienia 6b znajduje się wykrój C w kształcie pierścienia o przekroju poprzecznym opisanym krzywymi drugiego stopnia.

- 5 Zestaw do półswobodnego wyciskania stopnia w czwartym przykładzie wykonania Fig. 4 posiada matrycę 1 w kształcie pierścienia o wewnętrznej średnicy $\varnothing 30$ mm i ułożony z nią współosiowo pojemnik 2 w kształcie pierścienia oraz stempel 3c rurowy o przekroju kołowym. Stempel 3c rurowy posiada otwór o kierunku zgodnym z kierunkiem otworu w pojemniku 2. Średnica zewnętrzna stempla 3c rurowego wynosi $\varnothing 30$ mm zaś średnica wewnętrzna wynosi $\varnothing 20$ mm.
- 10 Stempel 3c rurowy umieszczony jest w pojemniku 2. Zestaw posiada wyrzutnik 4b pełny o przekroju kołowym umieszczony w matrycy 1, którego średnica zewnętrzna wynosi $\varnothing 30$ mm. Otwór pojemnika 2 posiada przekrój kołowy, który w pierwszej strefie I od strony kontaktu z matrycą 1 posiada średnicę równą $\varnothing 36$ mm, zaś w drugiej strefie II od strony kontaktu ze stemplem 3c rurowym posiada średnicę równą $\varnothing 30$ mm. Pierwsza strefa I otworu przechodzi w drugą strefę II otworu fazą o kącie 30° .
- 15 Pomędzy matrycą 1 i pojemnikiem 2 znajduje się ułożony współosiowo względem nich pierścień 8, który posiada na wewnętrznej powierzchni wykrój F posiadający cztery symetrycznie rozmieszczone wybrania w kształcie odcinka koła. W otworze stempla 3c rurowego znajduje się trzpień 6c, który na końcu od strony matrycy 1 posiada cztery symetrycznie rozmieszczone powierzchnie klinowe D o kącie pochylenia względem osi X pojemnika równym 45° . Klinowe powierzchnie D trzpienia 6c
- 20 stykają się z klinowymi powierzchniami E czterech stempli bocznych 7, ułożonych symetrycznie względem osi X pojemnika na wyrzutniku 4b pełnym.

- Sposób półswobodnego wyciskania stopnia w pierwszym przykładzie wykonania został zrealizowany za pomocą zestawu przedstawionego w pierwszym przykładzie wykonania. Polegał on na tym, że do współosiowo umieszczonego zestawu matrycy 1 w kształcie pierścienia, pojemnika 2
- 25 i wyrzutnika 4a z otworem wprowadzono wsad wzdłużny 5a rurowy o średnicy wewnętrznej $\varnothing 30$ mm i średnicy zewnętrznej $\varnothing 50$ mm, wykonany ze stali 42CrMo4. Oparto go o wyrzutnik 4a z otworem, po czym na koniec wsadu wzdłużnego 5a rurowego wywarło nacisk stemplem 3a jednolitym stopniowanym dociskając wsad wzdłużny 5a rurowy do wyrzutnika 4a z otworem, wypełniając strefę pierwszą I otworu pojemnika 2, po czym pojemnik 2 przemieszczono przeciwbieżnie do ruchu stempla 3a jednolitego stopniowanego. Otrzymana wypraska 9a posiadała kształt rury o średnicy wewnętrznej
- 30 $\varnothing 30$ mm i średnicach zewnętrznych $\varnothing 50$ i $\varnothing 56$ mm.

- Sposób półswobodnego wyciskania stopnia w drugim przykładzie wykonania został zrealizowany za pomocą zestawu przedstawionego w czwartym przykładzie wykonania. Polegał on na tym, że do współosiowo umieszczonego zestawu matrycy 1, pojemnika 2, wyrzutnika 4b pełnego
- 35 i umiejscowionego pomiędzy matrycą 1, a pojemnikiem 2 pierścienia 8 wprowadzono wsad wzdłużny 5a rurowy opierając go o wyrzutnik 4b pełny. Wsad wzdłużny 5a rurowy wykonany był ze stopu aluminium EN AW 6063. Średnica zewnętrzna wsadu wzdłużnego 5a rurowego wynosiła $\varnothing 30$ mm, zaś średnica wewnętrzna wynosiła $\varnothing 20$ mm. Następnie w otworze wsadu wzdłużnego 5a rurowego umiejscowiono na wyrzutniku 4b pełnym cztery stemple boczne 7, po czym wprowadzono do otworu

- wsadu wzdłużnego 5a rurowego trzpień 6c. W dalszej kolejności trzpień 6c dociśnięto do stempli bocznych 7, przesuwając je w kierunku promieniowym wsadu wzdłużnego 5a rurowego kształtując występy na obwodzie wypraski 9b. W dalszej kolejności wywarto nacisk stemplem 3c rurowym na koniec wsadu wzdłużnego 5a rurowego, dociskając wsad wzdłużny 5a rurowy do wyrzutnika 4b
- 5 pełnego, wypełniając strefę pierwszą I otworu pojemnika 2, po czym pojemnik 2 przemieszczono przeciwbieżnie do ruchu stempla 3c rurowego. Otrzymana wypraska 9b posiadała kształt rury o średnicy wewnętrznej $\varnothing 20$ mm i średnicach zewnętrznych $\varnothing 30$ i $\varnothing 36$ mm.

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

- 1 – matryca
- 2 – pojemnik
- 3a – stempel jednolity stopniowany
- 3b – stempel pełny
- 3c – stempel rurowy
- 4a – wyrzutnik z otworem
- 4b – wyrzutnik pełny
- 5a – wsad wzdłużny rurowy
- 5b – wsad wzdłużny pełny
- 6a – trzpień prosty
- 6b – trzpień dzielony
- 6c – trzpień z klinową powierzchnią
- 7 – stempel boczny
- 8 – pierścień
- 9a – wypraska rurowa w pierwszym przykładzie wykonania
- 9b – wypraska rurowa w drugim przykładzie wykonania
- 9c – wypraska rurowa w trzecim przykładzie wykonania
- I – pierwsza strefa otworu pojemnika
- II – druga strefa otworu pojemnika
- III – pierwsza strefa stempla jednolitego stopniowanego
- IV – druga strefa stempla jednolitego stopniowanego
- X – oś pojemnika
- A – wykrój na czołowej powierzchni wyrzutnika
- B – wykrój na czołowej powierzchni stempla
- C – wykrój trzpienia dzielonego
- D – klinowa powierzchnia trzpienia
- E – powierzchnia stempla bocznego
- F – wykrój pierścienia