

Narzędzia i sposób wyciskania stopni wału pełnego

Przedmiotem wynalazku są narzędzia i sposób wyciskania stopni wału pełnego.

5 Znane są różne metody plastycznego kształtowania wyrobów stopniowanych. Procesem, w którym wykorzystuje się złożony ruch narzędzi jest wyciskanie z dwoma ruchomymi stemplami, które powodują odkształcanie materiału znajdującego się w wykroju zamkniętym. Informacje na temat
10 tego procesu znajdują się w publikacji: Zhu S., Zhuang X., Xu D., Zhu Y., Zhao Z.: Flange forming at an arbitrary tube location through upsetting with a controllable deformation zone, Journal of Materials Processing Technology, 2019, 273, 116230.

 Kolejną metodą umożliwiającą wytwarzanie
15 stopniowanych wałów jest 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,
20 ponieważ płaszczyzna podziału matryc w tym przypadku 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
25 of shafts in three slide forming 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.

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.

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. 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.

Znane jest również wytwarzanie wyrobów stopniowanych metodą spęczania opisane przez Hu X.L., Wang Z.R.:
5 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 czołową. Po
10 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
15 jednej 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
20 patentowych: PL224500 (B1), PL224497 (B1), PL224499 (B1), PL224498 (B1), PL224501 (B1), PL224795 (B1). Procesy wyciskania z jedną ruchomą tuleją mogą być również realizowane z zastosowaniem wykrojów otwartych. Rozwiązania takie przedstawione są w zgłoszeniu patentowym
25 P.431697.

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. Tuleje z kołnierzami mogą być również kształtowane metodą wyciskania współbieżnego przedstawioną w opisie patentowym PL232713.

Celem wynalazku jest wytwarzanie stopni wału pełnego o dużych średnicach w trakcie jednego ruchu roboczego narzędzi.

Istotą narzędzi do wyciskania stopni wału pełnego posiadających stempel górny pełny umieszczony współosiowo w otworze tulei górnej w kształcie pierścienia, której otwór w pierwszej strefie od strony stempla górnego pełnego posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie, przy czym powierzchnia czołowa tulei górnej od strony drugiej

strefy otworu jest prostopadła do osi tulei górnej, według wynalazku jest to, że stempel górny pełny jest usytuowany współosiowo ze stemplem dolnym pełnym. Stempel dolny pełny jest umieszczony współosiowo w otworze tulei dolnej w kształcie pierścienia, której otwór w pierwszej strefie od strony stempla dolnego pełnego posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie. Powierzchnia czołowa tulei dolnej od strony drugiej strefy otworu jest prostopadła do osi tulei dolnej. Pomiędzy tuleją dolną a tuleją górną umieszczona jest matryca dzielona w kształcie pierścienia, której otwór jest współosiowy do otworu tulei dolnej i otworu tulei górnej. Pierwsza powierzchnia czołowa matrycy dzielonej jest współpłaszczyznowa z powierzchnią czołową tulei górnej, a druga powierzchnia czołowa matrycy dzielonej jest współpłaszczyznowa z powierzchnią czołową tulei dolnej.

Istotą sposobu wyciskania stopni wału pełnego, według wynalazku jest to, że do współosiowo umieszczonych tulei górnej, matrycy dzielonej i tulei dolnej wprowadza się wsad pełny. Następnie od strony tulei górnej wprowadza się stempel górny pełny, a od strony tulei dolnej wprowadza się stempel dolny pełny. Po czym wprawia się w ruch postępowy stempel górny pełny z prędkością od 0,001 do 1000 mm/s i stempel dolny pełny z prędkością od 0,001 do 1000 mm/s w kierunku wsadu pełnego. Następnie wypełnia się materiałem wsadu pełnego drugą strefę otworu tulei górnej i drugą strefę otworu tulei dolnej, po czym wprawia się w ruch postępowy tuleję

górną w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego z prędkością od 0,0015 do 1500 mm/s i wprawia się w ruch postępowy tuleję dolną w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla dolnego pełnego z prędkością od 0,0015 do 1500 mm/s. Następnie zatrzymuje się tuleję górną i tuleję dolną, po czym wprawia się w ruch postępowy tuleję górną w kierunku współbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego z taką samą prędkością jak prędkość stempla górnego pełnego i wprawia się w ruch postępowy tuleję dolną w kierunku współbieżnym do ruchu stempla dolnego pełnego z taką samą prędkością jak prędkość stempla dolnego pełnego.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na plastyczne kształtowanie wałów stopniowanych pełnych. Kształtowanie odbywa się w jednym cyklu roboczym narzędzi, co jest korzystne w aspekcie wydajności technologii. W procesie wyciskania zastosowano dwie przemieszczające się tuleje, których wykroje zabezpieczają wsad przed możliwością jego wyboczenia w początkowej fazie procesu. Ruch tulei w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempli powoduje zwiększenie objętości wykroju co umożliwia odkształcenie znacznej długości wsadu. Dzięki temu podczas ruchu tulei w kierunku współbieżnym do ruchu stempli uzyskuje się stopnie o bardzo dużych średnicach. Zastosowanie matrycy dzielonej oddzielającej tuleje umożliwia kształtowanie dwóch stopni jednocześnie.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój osiowy narzędzi do wyciskania stopni wału pełnego, fig. 2 – przekrój osiowy tulei górnej, fig. 3 - przekrój osiowy tulei dolnej, fig. 4 –
 5 przekrój osiowy matrycy dzielonej, a fig. 5 - widok z przodu odkuwki wału pełnego.

Narzędzia do wyciskania stopni wału pełnego posiadają stempel górny pełny 1 umieszczony współosiowo w otworze 2 tulei górnej 3a w kształcie pierścienia. Otwór 2 tulei górnej 3a w pierwszej strefie Ia od strony stempla górnego pełnego 1
 10 posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie IIa. Natomiast powierzchnia czołowa X tulei górnej 3a od strony drugiej strefy IIa otworu 2 jest prostopadła do osi tulei górnej 3a. Stempel górny pełny 1 jest usytuowany współosiowo ze stemplem dolnym pełnym 4. Stempel dolny pełny 4 jest
 15 umieszczony współosiowo w otworze 5 tulei dolnej 3b w kształcie pierścienia. Otwór 5 tulei dolnej 3b w pierwszej strefie Ib od strony stempla dolnego pełnego 4 posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie IIb.
 20 Powierzchnia czołowa Y tulei dolnej 3b od strony drugiej strefy IIb otworu 5 jest prostopadła do osi tulei dolnej 3b. Pomiędzy tuleją dolną 3b a tuleją górną 3a umieszczona jest matryca dzielona 6 w kształcie pierścienia, której otwór 7 jest współosiowy do otworu 5 tulei dolnej 3b i otworu 2 tulei górnej
 25 3a. Natomiast pierwsza powierzchnia czołowa Z1 matrycy dzielonej 6 jest współpłaszczyznowa z powierzchnią czołową X

tulei górnej 3a, a druga powierzchnia czołowa Z2 matrycy dzielonej 6 jest współpłaszczyznowa z powierzchnią czołową Y tulei dolnej 3b.

Przykład 1.

5 Do współosiowo umieszczonych tulei górnej 3a, matrycy dzielonej 6 i tulei dolnej 3b wprowadzono wsad pełny 8 o średnicy 50 mm ze stali 42CrMo4. Następnie od strony tulei górnej 3a wprowadzono stempel górny pełny 1, a od strony tulei dolnej 3b wprowadzono stempel dolny pełny 4, po czym
10 wprawiono w ruch postępowy stempel górny pełny 1 z prędkością 0,001 mm/s i stempel dolny pełny 4 z prędkością 0,001 mm/s w kierunku wsadu pełnego 8. Następnie wypełniono materiałem wsadu pełnego 8 drugą strefę IIa otworu 2 tulei górnej 3a i drugą strefę IIb otworu 5 tulei dolnej
15 3b, po czym wprawiono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego 1 z prędkością 0,0015 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla dolnego pełnego 4 z prędkością 0,0015 mm/s. Następnie
20 zatrzymano tuleję górną 3a i tuleję dolną 3b, po czym wprawiono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku współbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego 1 z prędkością 0,001 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku współbieżnym do ruchu stempla dolnego
25 pełnego 4 z prędkością 0,001 mm/s. Uzyskano odkuwkę wału pełnego z kołnierzami o średnicach 120 mm.

Przykład 2.

Do współosiowo umieszczonych tulei górnej 3a, matrycy dzielonej 6 i tulei dolnej 3b wprowadzono wsad pełny 8 o średnicy 25 mm ze stopu aluminium EN AW 6060. Następnie od strony tulei górnej 3a wprowadzono stempel górny pełny 1, a od strony tulei dolnej 3b wprowadzono stempel dolny pełny 4, po czym wprawiono w ruch postępowy stempel górny pełny 1 z prędkością 1000 mm/s i stempel dolny pełny 4 z prędkością 1000 mm/s w kierunku wsadu pełnego 8. Następnie wypełniono materiałem wsadu pełnego 8 drugą strefę IIa otworu 2 tulei górnej 3a i drugą strefę IIb otworu 5 tulei dolnej 3b, po czym wprawiono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego 1 z prędkością 1500 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla dolnego pełnego 4 z prędkością 1500 mm/s. Następnie zatrzymano tuleję górną 3a i tuleję dolną 3b, po czym wprawiono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku współbieżnym do ruchu stempla górnego pełnego 1 z prędkością 1000 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku współbieżnym do ruchu stempla dolnego pełnego 4 z prędkością 1000 mm/s. Uzyskano odkuwkę wału pełnego z kołnierzami o średnicach 65 mm.