

Narzędzia i sposób wyciskania stopni wału drażonego

Przedmiotem wynalazku są narzędzia i sposób wyciskania stopni wału drażonego.

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 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 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, 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 of shafts in three slidef orging 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.: 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 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 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 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 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 drążonego o dużych średnicach w trakcie jednego ruchu roboczego narzędzi.

Istotą narzędzi do wyciskania stopni wału drążonego posiadających stempel z trzpieniem umieszczony współosiowo w otworze tulei górnej w kształcie pierścienia, której otwór w pierwszej strefie od strony stempla z trzpieniem 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 z trzpieniem jest usytuowany współosiowo ze stemplem rurowym, który posiada wzdłuż własnej osi symetrii otwór przelotowy. Stempel rurowy jest umieszczony współosiowo w otworze tulei dolnej w kształcie pierścienia, której otwór w pierwszej strefie od strony stempla rurowego 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 drążonego według wynalazku jest to, że do współosiowo umieszczonych tulei górnej, matrycy dzielonej i tulei dolnej wprowadza się wsad rurowy. Następnie od strony tulei górnej wprowadza się stempel z trzpieniem, a od strony tulei dolnej wprowadza się stempel rurowy. Po czym wprawia się w ruch postępowy stempel z trzpieniem z prędkością od 0,001 do 1000 mm/s i stempel rurowy z prędkością od 0,001 do 1000 mm/s w kierunku wsadu rurowego. Następnie wypełnia się materiałem wsadu rurowego 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 z trzpieniem z prędkością od 0,003 do 3000 mm/s i wprawia się w ruch postępowy tuleję dolną w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla rurowego z prędkością od 0,003 do 3000 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 z trzpieniem z taką samą prędkością jak prędkość stempla z trzpieniem i wprawia się w ruch postępowy tuleję dolną w kierunku współbieżnym do ruchu stempla rurowego z taką samą prędkością jak prędkość stempla rurowego.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na plastyczne kształtowanie wałów stopniowanych drażonych. 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 drążonego, fig. 2 – przekrój osiowy tulei górnej, fig. 3 - przekrój osiowy tulei dolnej, fig. 4 – przekrój osiowy matrycy dzielonej, a fig. 5 przekrój osiowy odkuwki wału drążonego.

Narzędzia do wyciskania stopni wału drążonego posiadają stempel z trzpieniem 1 umieszczony współosiowo w otworze 2 tulei górnej 3a w kształcie pierścienia. Otwór 2 tulei górnej 3a w pierwszej strefie Ia od strony stempla z trzpieniem 1 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 z trzpieniem 1 jest usytuowany współosiowo ze stemplem rurowym 4, który posiada wzdłuż własnej osi symetrii otwór przelotowy 5. Stempel rurowy 4 jest umieszczony współosiowo w otworze 6 tulei dolnej 3b w kształcie pierścienia. Otwór 6 tulei dolnej 3b w pierwszej strefie Ib od strony stempla rurowego 4 posiada mniejsze pole przekroju poprzecznego niż w drugiej strefie IIb. Powierzchnia czołowa Y tulei dolnej 3b od strony drugiej strefy IIb otworu 6 jest prostopadła do osi tulei dolnej 3b. Pomiedzy tuleją dolną 3b, a tuleją górną 3a umieszczona jest matryca dzielona 7 w kształcie pierścienia, której otwór 8 jest współosiowy do otworu 6 tulei dolnej 3b i otworu 2 tulei górnej 3a. Natomiast pierwsza powierzchnia czołowa Z1 matrycy dzielonej 7 jest współpłaszczyznowa

z powierzchnią czołową X tulei górnej 3a, a druga powierzchnia czołowa Z2 matrycy dzielonej 7 jest współpłaszczyznowa z powierzchnią czołową Y tulei dolnej 3b.

Przykład 1.

Do współosiowo umieszczonych tulei górnej 3a, matrycy dzielonej 7 i tulei dolnej 3b wprowadzono wsad rurowy 9 o średnicy zewnętrznej 50 mm i grubości ścianki 10 mm ze stali 42CrMo4. Następnie od strony tulei górnej 3a wprowadzono stempel z trzpieniem 1, a od strony tulei dolnej 3b wprowadzono stempel rurowy 4, po czym wprawiono w ruch postępowy stempel z trzpieniem 1 z prędkością 0,001 mm/s i stempel rurowy 4 z prędkością 0,001 mm/s w kierunku wsadu rurowego 9. Po czym wypełniono materiałem wsadu rurowego 9 drugą strefę IIa otworu 2 tulei górnej 3a i drugą strefę IIb otworu 6 tulei dolnej 3b, po czym wprawiono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla z trzpieniem 1 z prędkością 0,003 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla rurowego 4 z prędkością 0,003 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 z trzpieniem 1 z prędkością 0,001 mm/s i wprawiono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku współbieżnym do ruchu stempla rurowego 4 z prędkością 0,001 mm/s. Uzyskano odkuwkę wału drażonego z kołnierzami zewnętrznymi o średnicach 80 mm.

Przykład 2.

Do współosiowo umieszczonych tulei górnej 3a, matrycy dzielonej 7 i tulei dolnej 3b wprowadzono wsad rurowy 9 o średnicy zewnętrznej 25 mm i grubości ścianki 5 mm ze stopu aluminium EN AW 6060. Następnie od strony tulei górnej 3a wprowadzono stempel z trzpieniem 1, a od strony tulei dolnej 3b wprowadzono stempel rurowy 4, po czym wprowadzono w ruch postępowy stempel z trzpieniem 1 z prędkością 1000 mm/s i stempel rurowy 4 z prędkością 1000 mm/s w kierunku wsadu rurowego 9. Po czym wypełniono materiałem wsadu rurowego 9 drugą strefę IIa otworu 2 tulei górnej 3a i drugą strefę IIb otworu 6 tulei dolnej 3b, po czym wprowadzono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla z trzpieniem 1 z prędkością 3000 mm/s i wprowadzono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku przeciwbieżnym do ruchu stempla rurowego 4 z prędkością 3000 mm/s. Następnie zatrzymano tuleję górną 3a i tuleję dolną 3b, po czym wprowadzono w ruch postępowy tuleję górną 3a w kierunku współbieżnym do ruchu stempla z trzpieniem 1 z prędkością 1000 mm/s i wprowadzono w ruch postępowy tuleję dolną 3b w kierunku współbieżnym do ruchu stempla rurowego 4 z prędkością 1000 mm/s. Uzyskano odkuwkę wału drążonego z kołnierzami zewnętrznymi o średnicach 45 mm.

Zastrzeżenia patentowe

POLITECHNIKA LUBELSKA
Biuro Rzecznika Patentowego
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
tel. +48 81 538 46 29, fax +48 81 538 41 70

RZECZNIK PATENTOWY


mgr inż. Tomasz Milczek
Nr ew. 2796