

Urządzenie i sposób kształtowania stopnia wału

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i sposób kształtowania stopnia wału z zastosowaniem narzędzi wykonujących ruch obiegowy.

5 Dotychczas znane i stosowane są metody wytwarzania wałów stopniowanych. Do najczęściej spotykanych zalicza się kucie matrycowe oraz walcowanie wzdłużne i poprzeczne. Szczegółowo procesy walcowania poprzecznego i poprzeczno – klinowego odkuwek stopniowanych wałków opisano w literaturze autorstwa Pater Z. „Walcowanie poprzeczno – klinowe”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin
10 2009 r. Przedstawione w książce metody kształtowania odkuwek bazują na procesach walcowania poprzeczno – klinowego, w których wykorzystuje się narzędzia w kształcie płaskich klinów lub walców na obwodzie, których umieszczone są klinowe powierzchnie robocze. W procesie walcowania wzajemnie
15 przemieszczające się narzędzia wciskają się we wsad i wprawiają go w ruch obrotowy, kształtując kolejne stopnie na odkuwce.

Znane są również sposoby walcowania wzdłużnego oraz skośnego odkuwek stopniowanych wałków, które opisano w książce autorstwa Lisowski J. pt. „Walcowanie kuźnicze”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1974 r. Przedstawione w książce procesy walcowania wzdłużnego polegają na kształtowaniu
20 odkuwek między dwoma obracającymi się w przeciwnych kierunkach walcami, na powierzchni, których wykonane są wykroje, które kształtem odpowiadają zarysowi walcowanej odkuwki. W trakcie procesu narzędzia cyklicznie formują na powierzchni odkuwki okresowo powtarzające się kształty. Cechą charakterystyczną walcowania wzdłużnego odkuwek jest realizacja procesu w kilku wykrojach, w których stopniowo
25 redukuje się przekrój poprzeczny półfabrykatu. Stosowane są również procesy walcowania śrubowego odkuwek stopniowanych, w których półfabrykat w kształcie pręta o przekroju kołowym umieszcza się w wykroju, utworzonym przez klinowe występy umieszczone śrubowo na obwodzie walców. Pod wpływem obrotu walców
30 półfabrykat wprawiany jest w ruch obrotowy i postępowy, a umieszczone na narzędziach występy kształtują poszczególne stopnie odkuwki.

Znana jest również technologia wytwarzania stopniowanych wałków metodą przepychania. Proces przepychania 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. Własności wyrobów przepychanych na zimno są zróżnicowane na długości. Przepychanie realizuje się przeważnie w celu zmniejszenia średnicy tylko na pewnym odcinku (do wyrobów stopniowanych). Ta część materiału, która jest odkształcana podlega umocnieniu odkształceniowemu. Zatem część wyrobu o mniejszym przekroju ma lepsze własności mechaniczne niż część nieodkształcona. Do korzystnych cech wyrobów przepychanych na zimno należy zaliczyć dobrą jakość powierzchni, dużą dokładność wymiarową oraz małe naddatki na obróbkę mechaniczną. Wadą, która może się pojawić w procesie przepychania jest utrata prostoliniowości (wygięcie, skrzywienie) wyrobu. 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, pp. 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, pp. 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, pp. 185-188.

Kolejną metodą umożliwiającą wytwarzanie stopniowanych wałów jest kucie w matrycach łupkowych. Przyrządy tego typu należą do grupy narzędzi dzielonych, gdzie matryce kuźnicze wykonuje się w postaci dwóch wkładek złożonych w trakcie kucia a rozkładanych w momencie wyjmowania odkuwki z matrycy. Konstrukcja tego typu narzędzi różni się od tradycyjnych konstrukcji matryc otwartych. Przyrządy takie buduje się jako składane i dokonuje ich zabudowy głównie na prasach śrubowych lub hydraulicznych wyposażonych w wyrzutnik w stole prasy. 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. Jednym z zasadniczych elementów matrycy dzielonej są wkładki matrycowe tzw. „łupki”, które wykonuje się w postaci stożka przeciętego na dwie symetryczne połowy wzdłuż swojej osi wzdłużnej. Konstrukcja taka charakteryzuje się otrzymaniem dodatkowego podziału matrycy w płaszczyźnie pionowej. Dzięki temu po wypełnieniu wykroju możliwe jest wyjęcie

z matrycy odkuwki bez pochyłości lub z ujemnymi pochyleniami kuźniczymi. Szczegółowe informacje na temat kucia w matrycach łupkowych przedstawiono 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: 5 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: 10 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, pp. 1–16.

Odkuwki wałów stopniowanych można kształtować także metodą wyciskania promieniowego. W procesie tym materiał płynie w kierunku prostopadłym do kierunku 15 ruchu stempla. Wyciskanie stopnia wału może odbywać się w wykroju zamkniętym bądź otwartym. Przykłady realizacji takich procesów przedstawiono m.in. w publikacjach: Balendra R., Qin Y.: Injection forging: engineering and research. Journal of Materials Processing Technology, 2004, vol. 145, s. 189-206; Du Ko B., Joon Kim D., Hyung Lee S., Bok Hwang B.: The influence of die geometry on the 20 radial extrusion processes. Journal of Materials Processing Technology, 2001, vol. 113, s. 109-114; Qin Y., Balendra R.: Optimisation of the lubrication for the extrusion of solid and tubular components by injection forging. Journal of Materials Processing Technology, 2003, vol. 135, s. 219-227, z których rysunki przedstawiono w stanie techniki.

25 Dotychczasowe rozwiązania umożliwiające kształtowanie wałów stopniowanych bazują głównie na procesach walcowania lub kucia w wykrojach zamkniętych lub otwartych. Brak jest rozwiązań, w których proces kucia połączony jest z procesem walcowania, co jest przedmiotem zgłoszenia patentowego.

Istotą urządzenia do kształtowania stopnia wału posiadające matrycę dolną 30 w kształcie pierścienia, w której od dołu znajduje się wyrzutnik oraz matrycę górną w kształcie pierścienia, w której od góry znajduje się stempel ułożone w jednej osi urządzenia **znamiennie tym, że** pomiędzy matrycą dolną a matrycą górną znajduje się przestrzeń, w której na obwodzie znajdują się co najmniej dwie rolki, z których

każda osadzona jest na wale, o osi obrotu równoległej do osi urządzenia oraz dolny koniec wału osadzony jest obrotowo w napędzanym jarzmie.

Korzystnie na wale osadzone jest pierwsze koło zębate, które zazębione jest z uzębieniem znajdującym się na zewnętrznej powierzchni walcowej matrycy dolnej.

5 Alternatywnie wał połączony jest z wałem silnika.

W odmianie wykonania rolka na swojej zewnętrznej walcowej powierzchni posiada stopnie.

Możliwe jest aby na zewnętrznej powierzchni walcowej rolki znajduje się wykrój kształtowy lub występ kształtowy.

10 Opcjonalnie na czołowej powierzchni wyrzutnika od strony wsadu w postaci walca znajduje się występ lub znajduje się wykrój.

Na czołowej powierzchni stempla od strony wsadu w postaci walca może znajdować się występ lub może znajdować się wykrój.

Istotą sposobu kształtowania stopnia wału poprzez ściskanie wsadu w postaci
15 walca w matrycy dolnej i matrycy górnej, w którym wsad w postaci walca wprowadza się do otworu znajdującego się w matrycy dolnej opierając go o wyrzutnik i wprowadza się do otworu znajdującego się w matrycy górnej dociskając stemplem jest to, że pomiędzy matrycą dolną i matrycą górną pozostawia się przestrzeń po czym naciska się stemplem na wsad w postaci walca i wprowadza się rolki
20 znajdujące się w przestrzeni w ruch obiegowy wokół osi urządzenia i ruch obrotowy wokół osi wału w jednym kierunku.

Możliwe jest aby wsad w postaci walca dociskany był wyrzutnikiem.

Dodatkowo wskazane jest aby podczas procesu kształtowania nagrzewać matrycę dolną i matrycę górną.

25 W niektórych przypadkach wskazane jest aby podczas procesu kształtowania nagrzewać rolkę.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że umożliwia kształtowanie stopnia wału metodą, w której narzędzia (rolki) wykonują ruch obiegowy. Dzięki temu rolki współtworzące wykrój mają kontakt z materiałem
30 odkształcanym na małej i zmiennej powierzchni co powoduje, że siła kształtowania przyłożona do stempla jest mniejsza niż w przypadku kształtowania w wykroju zamkniętym. Dzięki temu uzyskuje się lepsze wypełnienie wykroju i zwiększa się trwałość narzędzi.

Wynalazek w przykładzie wykonania został przedstawiony na rysunku, na którym:

fig. 1a przedstawia urządzenie w widoku perspektywicznym w pierwszym przykładzie wykonania,

5 fig. 1b – urządzenie w widoku perspektywicznym w drugim przykładzie wykonania,

fig. 2 – urządzenie w widoku z góry w pierwszym przykładzie wykonania,

fig. 3 – urządzenie w przekroju wzdłuż linii A1–A1 w początkowej fazie procesu w pierwszym przykładzie wykonania,

10 fig. 4 – urządzenie w przekroju wzdłuż linii A2–A2 w końcowej fazie procesu, w pierwszym przykładzie wykonania,

fig. 5 – widok perspektywiczny rolki w przykładzie wykonania,

fig. 6a – widok perspektywiczny wyrzutnika, w pierwszym przykładzie wykonania,

fig. 6b – widok perspektywiczny wyrzutnika w drugim przykładzie wykonania,

fig. 6c – widok perspektywiczny wyrzutnika w trzecim przykładzie wykonania,

15 fig. 7a – widok perspektywiczny stempla w pierwszym przykładzie wykonania,

fig. 7b – widok perspektywiczny stempla w drugim przykładzie wykonania,

fig. 7c – widok perspektywiczny stempla w trzecim przykładzie wykonania,

fig. 8a – widok perspektywiczny wsadu w postaci walca,

fig. 8b – widok perspektywiczny wału po procesie kształtowania.

20 Urządzenie do kształtowania stopnia wału w pierwszym przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 1a, 2, 3, 4 składa się z matrycy dolnej 1, wyrzutnika 2, matrycy górnej 3, stempla 4, rolek 5a, 5b, 5c, wałów 6a, 6b, 6c, kół zębatach 7a, 7b, 7c, uzębienia matrycy dolnej 8, jarzma 9. Pomędzy matrycą dolną 1 a matrycą górną 3 znajduje się przestrzeń, w której na obwodzie znajdują się

25 trzy rolki 5a, 5b, 5c, rozmieszczone co kąt 120° wokół osi urządzenia X. Każda rolka 5a, 5b, 5c osadzona jest na wale 6a, 6b, 6c, o osi obrotu Y równoległej do osi urządzenia X. Na każdym z wałów 6a, 6b, 6c osadzone jest pierwsze koło zębate 7a, 7b, 7c, które zazębione jest z uzębieniem 8 znajdującym się na zewnętrznej powierzchni walcowej matrycy dolnej 1. Każdy dolny koniec

30 wału 6a, 6b, 6c osadzony jest obrotowo w otworze znajdującym się w napędzanym jarzmie 9.

Urządzenie do kształtowania stopnia wału w drugim przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 1b posiada budowę analogiczną jak w pierwszym przykładzie

wykonania z tym, że nie posiada kół zębatych osadzonych na wale 6a, 6b, 6c i uzębienia 8 znajdującego się na zewnętrznej powierzchni walcowej matrycy dolnej 1 ale posiada zamocowane do górnego końca każdego z wałów 6a, 6b, 6c silniki 10a, 10b, 10c.

5 Sposób kształtowania stopnia wału w przykładzie realizacji został przeprowadzony z wykorzystaniem urządzenia omówionego w pierwszym przykładzie wykonania i polegał on na tym, że wsad ze stali 42CrMo4 według normy "PN-EN 10083-1 + A1:1999 + Ap 1: 2003" w postaci walca 11a wprowadzono do otworu znajdującego się w matrycy dolnej 1 opierając go o wyrzutnik 2
10 i wprowadzono do otworu znajdującego się w matrycy górnej 3 dociskając stemplem 4. Pomiędzy matrycą dolną 1 i matrycą górną 3 pozostawiono przestrzeń. Następnie naciskano stemplem 4 na wsad w postaci walca 11a w celu spęczenia. Wprowadzono również rolki 5a, 5b, 5c znajdujące się w przestrzeni w ruch obiegowy wokół osi urządzenia X i ruch obrotowy wokół osi obrotu Y w jednym kierunku. Ruch
15 rolek 5a, 5b, 5c jest skutkiem obrotu jarzma 9 i zazębienia kół zębatych 7a, 7b, 7c, osadzonych wspólnie na wale 6a, 6b, 6c z rolkami 5a, 5b, 5c, z uzębieniem 8 matrycy dolnej 1.

W skutek tego nastąpiło spęczenie materiału w pustej przestrzeni i po zetknięciu się spęczanego materiału z powierzchnią rolek 5a, 5b, 5c na skutek ich
20 ruchu obiegowego i obrotowego następowało kalibrowanie stopnia wału 11b.

RZECZNIK PATENTOWY
Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

1	matryca dolna
2	wyrzutnik
3	matryca górna
4	stempel
5a, 5b, 5c	rolka
6a, 6b, 6c	wał
7a, 7b, 7c	koło zębate
8	uzębienie matrycy dolnej
9	jarzmo
10a, 10b, 10c	silnik
11a	wsad w postaci walca
11b	wał po procesie kształtowania
X	oś urządzenia
Y	oś wału
A	wykrój rolki
B	występ rolki
C	występ wyrzutnika
D	wykrój wyrzutnika
E	występ stempla
F	wykrój stempla