RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **216309**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **392276**

(22) Data zgłoszenia: **30.08.2010**

(51) Int.Cl.
B23P 15/14 (2006.01)
B21D 53/28 (2006.01)

(54) **Sposób kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
12.03.2012 BUP 06/12

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.03.2014 WUP 03/14

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ZBIGNIEW PATER, Turka, PL
JANUSZ TOMCZAK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Tomasz Milczek

PL 216309 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi, zwłaszcza wałków drążonych. Przez pojecie „wał drążony" należy rozumieć wał posiadający w centralnej części wzdłuż swojej osi otwór cylindryczny lub kształtowy.

Dotychczas znanych jest wiele sposobów kształtowania wałków z wieńcami zębatymi. Do najczęściej stosowanych w przemyśle zalicza się między innymi procesy obróbki mechanicznej - obróbka skrawaniem, w których otrzymanie żądanego kształtu wyrobu uzyskuje się przez zdjęcie kolejnych warstw materiału. Zarys wałka uzyskuje się w procesie toczenia, na którym następnie nacina się uzębienie. Charakterystyka procesów obróbki mechanicznej wieńców zębatych opisana jest w literaturze Ochęduszko K. „Koła zębate. Wykonanie i montaż" T. 2. WNT Warszawa 2009. Mechaniczną obróbkę wieńców zębatych można podzielić na dwie grupy w zależności od kształtu narzędzi oraz kinematyki ruchu wyrobu i narzędzia. Pierwsza grupa obejmuje metody kształtowe, które polegają na zastosowaniu narzędzi skrawających o części roboczej posiadającej kształt wrębu obrabianego koła zębatego - wieńca zębatego. Do tej grupy zalicza się takie procesy jak: frezowanie krążkowe, palcowe, dłutowanie, przeciąganie. Druga grupa obejmuje metody obwiedniowe nacinania uzębień kół zębatych, w których wykorzystuje się współpracę narzędzia z kształtowanym kołem. Zarys zębów powstaje poprzez zazębianie się koła z narzędziem. Do najczęściej spotykanych sposobów obwiedniowej obróbki kół zębatych można zaliczyć między innymi dłutowanie obwiedniowe metodą Maaga, w którym narzędzie ma postać listwy zębatej wykonującej ruch postępowo - zwrotny, natomiast koło wykonuje ruch obrotowy i postępowy w kierunku narzędzia. Innym sposobem obróbki obwiedniowej kół zębatych jest dłutowanie metodą Sunderlanda, w której narzędzie w postaci listwy zębatej wykonuje ruch postępowo - zwrotny oraz postępowy w kierunku koła, natomiast wieniec zębaty wykonuje ruch obrotowy. Również bardzo często spotykanym sposobem obróbki obwiedniowej uzębień kół zębatych jest dłutowanie obwiedniowe metodą Fellowsa, w której narzędzie ma kształt koła zębatego wykonującego ruch roboczy postępowo - zwrotny oraz obrotowy. Natomiast obrabiane koło zębate wykonuje ruch obrotowy oraz postępowy w kierunku narzędzia. Szerokie zastosowanie znalazła również obwiedniowa metoda frezowania kół zębatych sposobem Gleasona. W metodzie tej narzędzie ma kształt ślimaka z wyciętymi rowkami wzdłuż osi. W przekroju normalnym ślimak ma kształt zębatki. Narzędzie wykonuje ruch roboczy obrotowy, natomiast kształtowany wieniec zębaty wykonuje ruch obrotowy oraz postępowy w kierunku narzędzia. Znane są również plastyczne sposoby obróbki kół zębatych, wśród których można wyróżnić procesy kucia oraz walcowania wieńców zębatych. Charakterystyka procesów plastycznego kształtowania kół zębatych opisana jest w literaturze Turno A., Romanowski M., Olszewski M. „Obróbka plastyczna kół zębatych" WNT, Warszawa 1973. Procesy kucia kół zębatych stosowane są najczęściej do kształtowania kół stożkowych, talerzowych oraz specjalnych. Proces kucia polega na wywarciu nacisku na wsad narzędziami, które posiadają kształt wewnętrzny odpowiadający kształtowi odkuwki. W wyniku wywieranego nacisku metal wypełnia wykrój narzędzi, dzięki czemu następuje ukształtowanie koła zębatego. Cechą charakterystyczną procesów kucia kół zębatych jest to, że wyroby są odbiciem - negatywem narzędzi. Drugim sposobem kształtowania wieńców zębatych jest proces walcowania, w którym kształt wyrobu jest obwiednią kolejnych punktów zębów obracającego się narzędzia. Kształtowanie następuje stopniowo, a maksymalne naciski niezbędne do ukształtowania zębów są znacznie mniejsze niż przy kuciu. W zależności od kinematyki procesu spotyka się kilka sposobów walcowania uzębień kół. W procesie walcowania uzębień na zimno stosuje się trzy rolki nienapędzane. Wstępniaki w postaci pakietu lub pręta mocowane są w uchwycie tokarki i podpierane kłem. Trzy rolki robocze - zębate o stałym rozstawie osi przesuwają się wzdłuż materiału, który wykonuje ruch obrotowy i napędza rolki robocze.

Narzędzia w postaci rolek zębatych są specjalnie ukształtowane. Posiadają one dwa stożki - wejściowy i wyjściowy oraz cylindryczną część kalibrującą. Ten sposób kształtowania jest stosowany do walcowania jedynie uzębień kół o niewielkich wymiarach na wcześniej przygotowanych wstępniakach. Inną metodą walcowania uzębień kół zębatych jest proces walcowania stycznego, który polega na stycznym przemieszczaniu walcowanego koła między dwoma obracającymi się walcami uzębionymi o stałych osiach. Ten sposób stosowany jest przede wszystkim do walcowania uzębień o niewielkich wymiarach. Znany jest również proces walcowania uzębień kół trzema rolkami napędzanymi w tym samym kierunku, miedzy którymi znajduje się obrabiany materiał. Według tego układu spotyka się walcowanie przelotowe oraz wgłębne. W pierwszym przypadku odległość osi rolek nie zmienia swojego położenia, a walcowanie uzębienia dokonuje się przez przepchnięcie materiału pomiędzy

obracającymi się rolkami. W drugim przypadku materiał nie przesuwa się, natomiast jedna rolka lub wszystkie trzy przesuwane są do środka. Proces walcowania w układzie trójrolkowym jest stosowany przede wszystkim do kształtowania na zimno gwintów, uzębień prostych i śrubowych oraz wielokarbów o niewielkich wymiarach. Cechą charakterystyczną obecnie znanych sposobów walcowania kół zębatych jest plastyczne ukształtowanie jedynie uzębienia na wieńcach, które w postaci wstępniaków muszą być wcześniej odpowiednio przygotowane w procesach obróbki mechanicznej.

Istotą sposobu kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi, zwłaszcza wałków drążonych jest to, że kształtowany półfabrykat - w postaci odcinka pręta lub rury umieszcza się między trzema jednakowymi, stopniowymi rolkami roboczymi z uzębieniami, które obracają się w tym samym kierunku ze stałą prędkością oraz przemieszczają się promieniowo z taką samą prędkością do osi wyrobu, powodując ukształtowanie wałka wielostopniowego z wieńcem zębatym, zaś trzy kształtowe rolki robocze - narzędzia rozmieszczone są na obwodzie co 120° +/- 20°, przy czym korzystnym jest rozmieszczenie co 120°, przemieszczenie promieniowe trzech narzędzi rolkowych w pierwszej kolejności kształtuje stopnie o różnych średnicach na półfabrykacie, a następnie na jednym ze stopni kształtuje się uzębienie, po osiągnięciu przez rolki robocze - narzędzia końcowego położenia, wyłącza się ruch posuwisty promieniowy, a pozostawia się ruch obrotowy rolek roboczych, które w tym czasie usuwają niedokładności kształtu wyrobu - wałka z wieńcem zębatym. Proces kształtowania wyrobów drążonych z uzębieniem realizuje się swobodnie lub na trzpieniu, który umożliwia uzyskanie dokładnych otworów cylindrycznych lub kształtowych. Proces wykonuje się na zimno lub na gorąco. Proces wykorzystuje się do kształtowania wałków z wieńcami zębatymi o zębach prostych, śrubowych, łukowych, daszkowych oraz innych wałków mających stopnie w kształcie wielowypustów i wielokarbów.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na zastosowanie prostych narzędzi kształtujących, których koszty wykonania są stosunkowo niewielkie w produkcji wyrobów typu stopniowe wałki - zwłaszcza drążone mających na swojej długości stopnie z wieńcami zębatymi o zębach prostych, śrubowych, daszkowych oraz wszelkiego rodzaju profile typu wielowypusty i wielokarby. Wyroby drążone są coraz częściej stosowane w budowie maszyn, przemyśle motoryzacyjnym a zwłaszcza lotniczym. Dzięki zastosowaniu takich elementów możliwe stało się znaczne zmniejszenie masy konstrukcji przy jednoczesnym zachowaniu własności wytrzymałościowych i użytkowych. W przypadku kształtowania drążonych wałków z wieńcami zębatymi można stosować wsad w postaci rur grubościennych, dzięki temu eliminuje się dodatkowe operacje wiercenia oraz straty materiału związane ze skrawaniem. Dodatkowo możliwe jest uzyskanie gotowego wyrobu - wałka stopniowego z wieńcem zębatym z wsadu w postaci odcinka pręta bądź rury w czasie jednej operacji kształtowania plastycznego. Zastosowanie obrotowych narzędzi kształtujących (rolek) umożliwia walcowanie wyrobów o różnych średnicach tym samym kompletem rolek roboczych. Ukształtowany plastycznie wał wraz z wieńcem zębatym - pełny lub drążony posiada znacznie korzystniejszą strukturę, która wpływa na zwiększenie wytrzymałości elementu.

Sposób kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia początek procesu kształtowania wałka drążonego wielostopniowego z wieńcem zębatym, fig. 2 - koniec procesu walcowania wałka drążonego wielostopniowego z wieńcem zębatym, a fig. 3 - widok przykładowego półfabrykatu i wyrobu otrzymanego w procesie kształtowania.

Sposób kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi zwłaszcza wałków drążonych polega na tym, że półfabrykat 1 w postaci odcinka pręta lub rury umieszcza się między trzema jednakowymi, stopniowymi rolkami 2 roboczymi. Następnie uruchamia się ruch obrotowy z prędkością n_1 rolek 2 roboczych w tym samym kierunku oraz ruch postępowy promieniowy z prędkością V w kierunku osi półfabrykatu 1. Narzędzia w postaci trzech rolek 2 roboczych, kształtowych rozmieszcza się na obwodzie co 120° +/- 20° w stosunku od półfabrykatu 1, przy czym najkorzystniejsze jest rozmieszczenie co 120°. Przemieszczenie promieniowe narzędzi rolkowych 2 w pierwszej kolejności powoduje nadanie kształtu stopniom wałków, a następnie ukształtowanie wieńca uzębieniem w efekcie, czego otrzymuje się wyrób 3 - wałek drążony wielostopniowy z wieńcem uzębionym. W końcowym etapie procesu, gdy wyrób 3 osiągnie założone wymiary wyłącza się ruch postępowy rolek 2 roboczych pozostawiając ruch obrotowy rolek 2 roboczych, który powoduje nadanie ostatecznego kształtu plastycznie kształtowanemu wyrobowi 3 w postaci wałka z wieńcem zębatym oraz usunięcie nierówności powstałych na początku procesu. Narzędzia rolkowe 2 posiadają taki kształt, że w danym momencie styku są odbiciem geometrii gotowego wyrobu 3 - wałka drążonego z wieńcem zębatym. Kształt walcowanego wałka z wieńcem zębatym powstaje jako obwiednia styku kolejnych punktów obracających się narzędzi - rolek 2 roboczych, stopniowych, co umożliwia walcowanie wyrobów o różnych średnicach.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kształtowania plastycznego wałków z wieńcami zębatymi, **znamienny tym**, że kształtowany półfabrykat (1) w postaci odcinka pręta lub rury umieszcza się między trzema jednakowymi, stopniowymi rolkami (2) roboczymi z uzębieniami, które obracają się w tym samym kierunku ze stałą prędkością (n_1) oraz przemieszczają się promieniowo do osi wyrobu z prędkością (V) powodując ukształtowanie wałka wielostopniowego z wieńcem zębatym, zaś trzy kształtowe rolki (2) robocze z uzębieniami - narzędzia rozmieszcza się na obwodzie, co 120° +/- 20°, przy czym korzystnym jest rozmieszczenie, co 120°, przemieszczenie promieniowe trzech narzędzi rolkowych (2) w pierwszej kolejności kształtuje stopnie o różnych średnicach na półfabrykacie (1), a następnie na jednym ze stopni kształtuje się uzębienie, po osiągnięciu przez rolki (2) robocze - narzędzia końcowego położenia, wyłącza się ruch posuwisty promieniowy, a pozostawia się ruch obrotowy rolek (2) roboczych, które w tym czasie usuwają niedokładności kształtu wyrobu (3) - wałka z wieńcem zębatym.

2. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces kształtowania wyrobów drążonych z uzębieniami realizuje się swobodnie lub na trzpieniu, który umożliwia uzyskanie dokładnych otworów cylindrycznych lub kształtowych.

3. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces wykonuje się na zimno lub na gorąco.

4. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że proces wykorzystuje się do kształtowania wałków z wieńcami zębatymi o zębach prostych, śrubowych, łukowych, daszkowych oraz innych wałków mających stopnie w kształcie wielowypustów i wielokarbów.

Rysunki

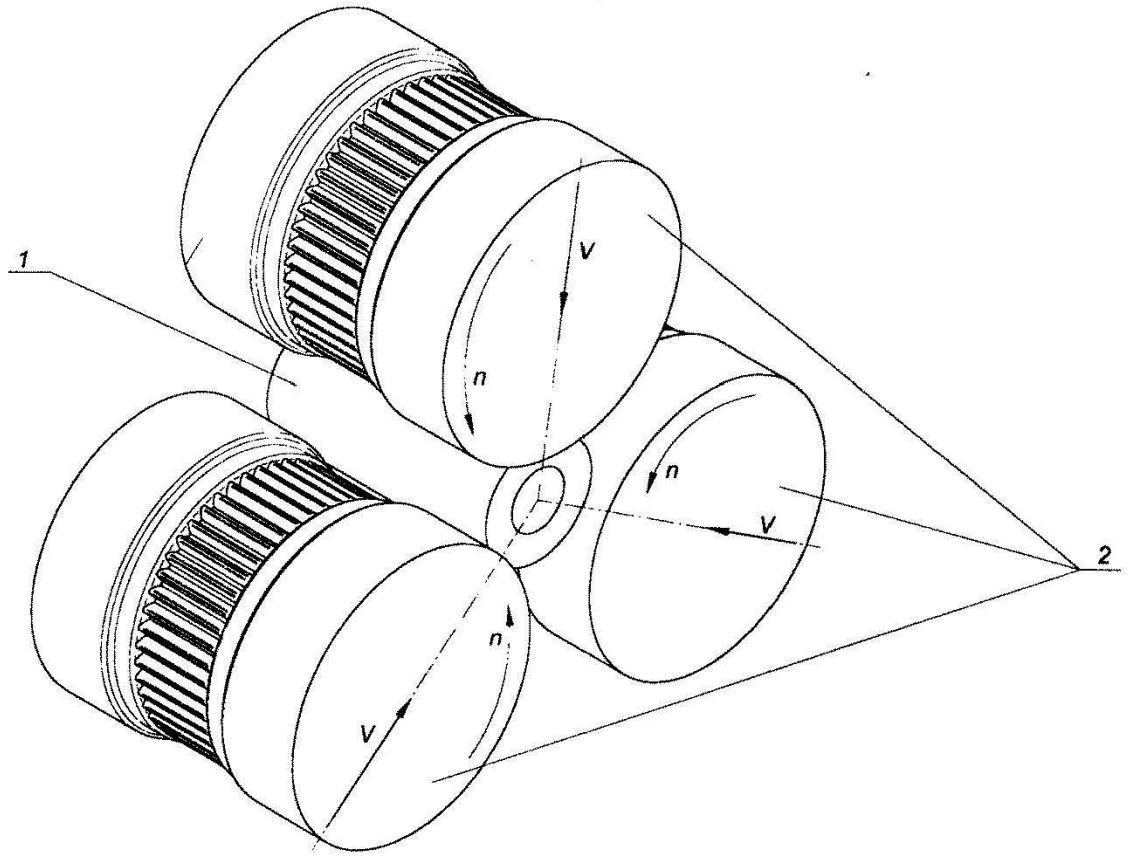

Fig. 1

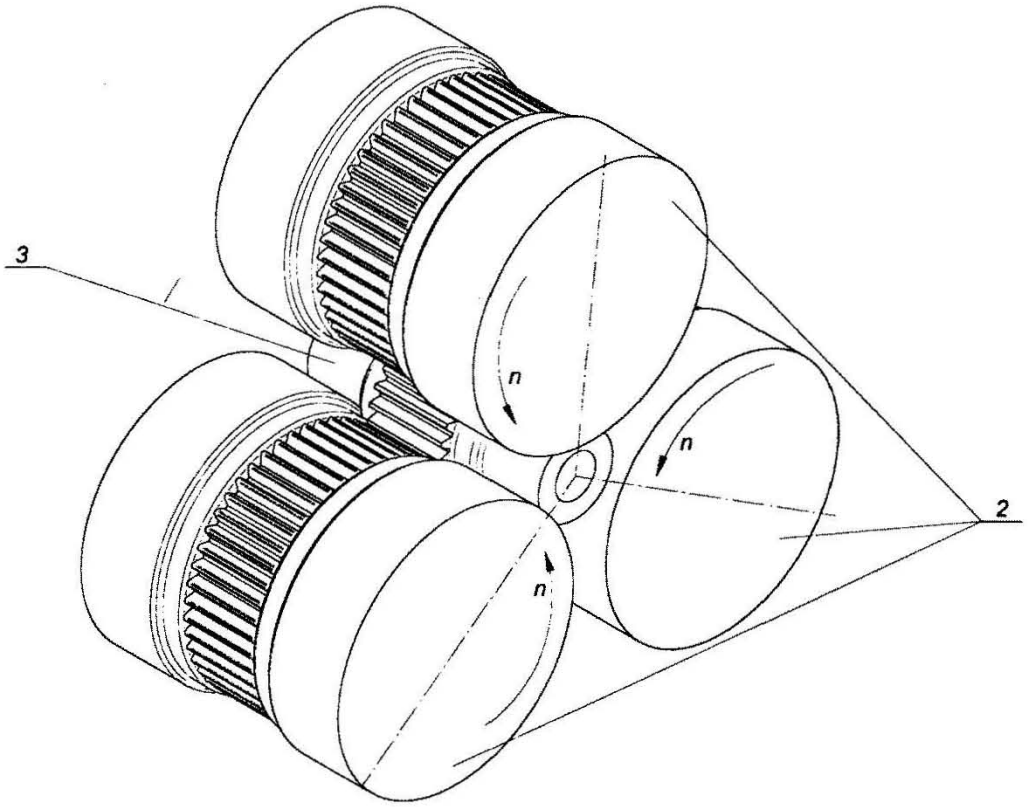

Fig. 2

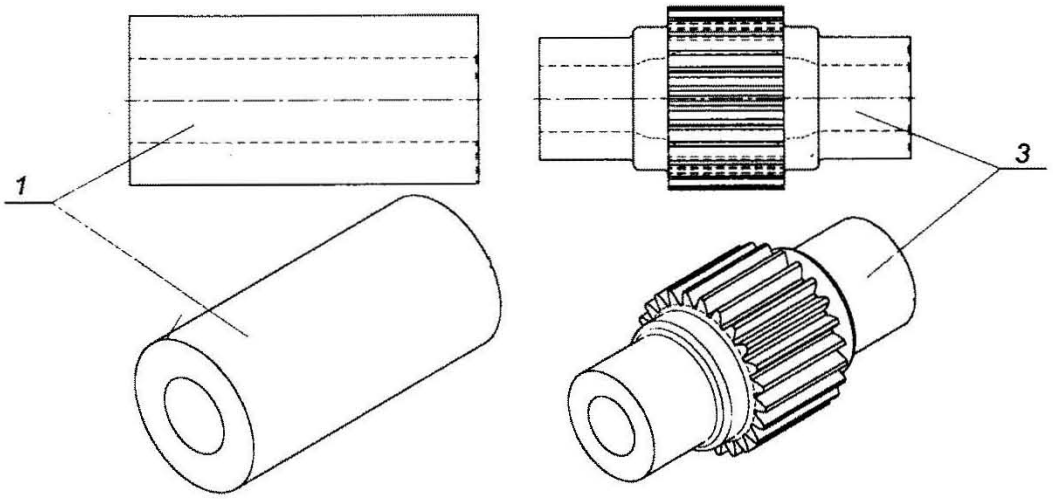

Fig. 3

Departament Wydawnictw UP RP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)