

Sposób i narzędzia do walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych przy pomocy trzech walców klinowych

Przedmiotem wynalazku jest sposób i narzędzia do walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych przy pomocy trzech walców klinowych.

Dotychczas znanych i stosowanych jest szereg metod walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych. Do najczęściej spotykanych metod walcowania poprzeczno-klinowego odkuwek zalicza się walcowanie z wykorzystaniem dwóch narzędzi płaskich w kształcie płyt, które podczas procesu przemieszczają się w przeciwnych kierunkach. Na powierzchniach płyt znajdują się klinowe występy, które podczas ruchu roboczego wcinają się w walcowany materiał i wprawiają go w ruch obrotowy, stopniowo kształtując kolejne stopnie odkuwki.

Stosowana jest również metoda walcowania poprzeczno-klinowego dwoma narzędziami obrotowymi, które mają kształt cylindrycznych walców, na powierzchniach których znajdują się klinowe występy. W trakcie walcowania narzędzia obracają się z jednakowymi prędkościami w zgodnym kierunku, w wyniku czego klinowe występy wcinają się w materiał półfabrykatu, wprawiając go w ruch obrotowy. Walcowanie poprzeczno-klinowe przy pomocy dwóch narzędzi obrotowych wymaga utrzymywania półfabrykatu w przestrzeni roboczej walców przy pomocy dwóch prowadnic.

Szczegółowo procesy walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek zostały opisane w monografii autorstwa Pater Z. pt. „Walcowanie poprzeczno-klinowe”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2009 r. Cechą charakterystyczną odkuwek kształtowanych w procesach walcowania poprzeczno-klinowego jest ich symetria osiowa oraz prostoliniowość osi. Ograniczeniem zastosowania WPK odkuwek stopniowanych osi i wałów jest ich wielkość. Obecnie nie spotyka się tego typu procesów, które umożliwiałyby walcowanie odkuwek o średnicach powyżej 100 mm i długościach przekraczających 1000 mm. Ponadto technologia walcowania poprzeczno-klinowego nie pozwala na kształtowanie odkuwek drążonych. Dużym ograniczeniem procesu walcowania poprzeczno-

klinowego dwoma narzędziami jest również skłonność materiału do pękania w części centralnej walcowanych odkuwek. Zjawisko to ogranicza wielkość stosowanych redukcji przekroju poprzecznego oraz eliminuje możliwość wytwarzania tą metodą odkuwek elementów krytycznych. Zastosowanie trzech narzędzi klinowych znacznie ogranicza możliwość tworzenia się pęknięć wewnętrznych. Walcowanie poprzeczno-klinowe trzema narzędziami pozwala również na wytwarzanie odkuwek drażonych. Ograniczeniem technologii walcowania poprzeczno-klinowego trzema narzędziami jest wielkość minimalnej średnicy walcowanych stopni odkuwki, która wynika z kinematyki procesu.

5

10 W rezultacie zastosowanie trzech narzędzi pozwala na walcowanie odkuwek, których minimalna średnica stopni jest sześć razy mniejsza od średnicy walców. Przy większym stosunku średnicy walców do średnicy walcowanych stopni dochodzi do wzajemnej kolizji narzędzi.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu walcowania poprzeczno – klinowego odkuwek stopniowanych przy pomocy trzech narzędzi klinowych, które umożliwiają walcowanie stopni odkuwek o średnicach mniejszych, w stosunku do ograniczeń geometrycznych, występujących w konwencjonalnych procesach walcowania trzema walcami.

15

Istotą sposobu walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych przy pomocy trzech walców klinowych, według wynalazku, **jest to, że** półfabrykat w kształcie dwustronnie fazowanego pręta o średnicy początkowej równej największej średnicy walcowanych stopni odkuwki wałka stopniowanego i długości początkowej, która jest mniejsza od długości walcowanej odkuwki wałka stopniowanego nagrzewa się do temperatury powyżej temperatury rekrytalizacji materiału. Następnie półfabrykat umieszcza się centralnie w strefie wejściowej narzędzi, składających się z trzech jednakowych walców. Następnie wprawia się trzy jednakowe walce w ruch obrotowy w tym samym kierunku i z taką samą prędkością i oddziałuje się na półfabrykat występami prowadzącymi, znajdującymi się na powierzchniach cylindrycznych walców oraz klinowymi występami o pochyłych powierzchniach bocznych, które znajdują się na powierzchniach cylindrycznych walców w wyniku czego wprawia się półfabrykat w ruch obrotowy ze stałą prędkością w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu walców. Następnie

20

25

30

kształtuje się na obwodzie półfabrykatu w jego środkowej części klinowy rowek i redukuje się średnicę początkową półfabrykatu do wartości równej średnicy środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego. Podczas dalszego ruchu obrotowego walców oddziałuje się pochyłymi powierzchniami bocznymi klinowych występów na materiał półfabrykatu i rozszerza się redukcję średnicy półfabrykatu na całą długość środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego. Następnie zagłębia się w półfabrykat skrajne klinowe występy o pochyłych powierzchniach bocznych i redukuje się średnicę początkową po obu stronach półfabrykatu w pobliżu skrajnych końców półfabrykatu do średnicy, równej średnicy stopni pośrednich odkuwki wałka stopniowanego. Jednocześnie podczas zagłębiania się skrajnych klinowych występów w półfabrykat kalibruje się środkowy stopień odkuwki wałka stopniowanego przy pomocy klinowych występów, po czym oddziałuje się na materiał półfabrykatu w miejscu zagłębienia się skrajnych klinowych występów pochyłymi powierzchniami bocznymi i rozszerza się redukcję średnicy początkowej półfabrykatu do średnicy stopni pośrednich na całą długość stopni pośrednich. Następnie kalibruje się średnicę stopni pośrednich płaskimi powierzchniami, znajdującymi się na powierzchni skrajnych klinowych występów, po czym zwiększa się redukcję średnicy początkowej półfabrykatu do średnicy, równej średnicy skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego. Następnie podczas dalszego ruchu obrotowego walców kalibruje się średnicę skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego. Po pełnym obrocie walców zatrzymuje się ruch obrotowy walców i przesuwa się wzdłuż osi walców ukształtowaną odkuwkę wałka stopniowanego i usuwa się po powierzchniach cylindrycznych ukształtowaną odkuwkę wałka stopniowanego z przestrzeni roboczej walców. W tym samym czasie wprowadza się do strefy wejściowej narzędzi kolejny półfabrykat.

Istotą narzędzi do walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych, według wynalazku, **jest to, że** składają się z trzech jednakowych walców. Pojedynczy walec podzielony jest na sześć zachodzących na siebie stref. Pierwsza strefa wejściowa ma kształt powierzchni cylindrycznej, której średnica jest mniejsza od sześciokrotnej średnicy półfabrykatu. Kąt środkowy strefy wejściowej jest mniejszy od kąta prostego. Następnie za strefą

wejściową znajduje się strefa wcinania, w której na powierzchni cylindrycznej znajdują się dwa symetrycznie położone występy prowadzące, które oddalone są od siebie o odległość, która jest mniejsza od długości półfabrykatu. Centralnie między występami prowadzącymi na powierzchni cylindrycznej znajduje się

5 klinowy występ o pochyłych powierzchniach bocznych, które pochylone są w kierunku części środkowej walca pod jednakowymi kątami. Natomiast wysokość klinowego występu jest większa od wysokości występów prowadzących. Klinowy występ, którego kąt rozwarcia jest ostry, stopniowo zwiększa swoją szerokość w kierunku strefy kształtowania od zera na początku strefy wcinania do wartości

10 równej długości środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego na końcu strefy kształtowania oraz zwiększa swoją wysokość od zera na początku strefy wcinania do wartości równej połowie redukcji średnicy początkowej półfabrykatu średnicy środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego. Natomiast kąt środkowy strefy wcinania jest mniejszy od kąta środkowego strefy wejściowej.

15 Następnie za strefą wcinania znajduje się strefa kształtowania, w której na powierzchni cylindrycznej znajduje się klinowy występ o pochyłych powierzchniach bocznych, które pochylone są pod jednakowymi kątami w kierunku części centralnej walca. Klinowy występ w strefie kształtowania ma stałą wysokość, a szerokość klinowego występu, którego kąt rozwarcia jest ostry, stopniowo

20 zwiększa się do wartości równej długości środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego na końcu strefy kształtowania. Kąt środkowy strefy kształtowania jest większy od kąta środkowego strefy wcinania. W części centralnej klinowego występu w strefie kształtowania znajduje się klinowe obniżenie o klinowych powierzchniach bocznych, którego kąt rozwarcia jest równy kątowi rozwarcia

25 klinowego występu, zaś głębokość klinowego obniżenia jest równa wysokości występu klinowego. Początek klinowego obniżenia znajduje się w połowie strefy kształtowania, której odpowiada kąt środkowy, którego wartość jest równa połowie kąta środkowego strefy kształtowania. Następnie za strefą kształtowania znajduje się strefa kalibrowania, w której klinowy występ o pochyłych powierzchniach

30 bocznych ma stałą szerokość równą długości środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego oraz stałą wysokość równą połowie redukcji średnicy początkowej półfabrykatu średnicy środkowego stopnia odkuwki wałka stopniowanego. Kąt

środkowy strefy kalibrowania jest mniejszy od kąta środkowego strefy kształtowania. Jednocześnie wraz z początkiem strefy kalibrowania rozpoczyna się strefa wcinania i kształtowania skrajnych występów klinowych, w której na powierzchni cylindrycznej walca znajdują się skrajne klinowe występy, które
5 położone są symetrycznie względem środka walca w pobliżu powierzchni czołowych walca i oddalone są od siebie o odległość, która równa jest długości odkuwki między pośrednimi stopniami. Natomiast szerokość skrajnych klinowych występów zwiększa się w kierunku strefy kalibrowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego, a kąt rozwarcia skrajnych występów jest większy od kąta
10 rozwarcia występu klinowego w strefie kształtowania. Pochyłe powierzchnie boczne skrajnych klinowych występów są pochylone pod jednakowymi kątami, a wysokość skrajnych klinowych występów jest równa połowie redukcji średnicy półfabrykatu średnicy skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego. Średnica walca opisanego na skrajnych klinowych występach jest większa od
15 sześciokrotności średnicy początkowej półfabrykatu. Kąt środkowy strefy wcinania i kształtowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego jest większy od kąta środkowego strefy kalibrowania. Za strefą wcinania i kształtowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego znajduje się strefa kalibrowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego, w której na powierzchniach skrajnych
20 klinowych występów od strony środkowej walca znajdują się równoległe położone do powierzchni czołowych walca obniżenia, których głębokość jest równa połowie różnicy między średnicami stopni pośrednich, a średnicami stopni skrajnych odkuwki wałka stopniowanego. Pod koniec strefy kalibrowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego powierzchnie wewnętrzne skrajnych klinowych
25 występów rozszerzają się w kierunku powierzchni czołowych walca, a ich kąt rozwarcia jest równy kątowi rozwarcia skrajnych występów. Natomiast kąt środkowy strefy kalibrowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego jest mniejszy od kąta środkowego strefy wcinania i kształtowania skrajnych stopni odkuwki wałka stopniowanego.

30 Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na realizację procesu walcowania poprzeczno-klinowego odkuwek wałków stopniowanych przy pomocy trzech narzędzi, których średnica jest większa od sześciokrotności walcowanej

odkuwki. W rezultacie takie narzędzia są sztywniejsze i mniej podatne na ugięcia sprężyste podczas walcowania. Kolejnym korzystnym skutkiem wynalazku jest wyeliminowanie konieczności stosowania prowadnic w stosunku do procesu realizowanego dwoma walcami. Wynalazek jest uniwersalny i może być stosowany do walcowania odkuwek stopniowanych wałów pełnych i drążonych.

Wynalazek, został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok z przodu narzędzi i półfabrykatu w początkowym etapie procesu walcowania, fig. 2 - widok z boku narzędzi i półfabrykatu w początkowym etapie procesu walcowania, fig. 3 - widok izometryczny narzędzi i półfabrykatu w początkowym etapie procesu walcowania, fig. 4 - widok z przodu narzędzi i półfabrykatu w początkowym etapie procesu walcowania, z ukrytym jednym walcem, fig. 5 - widok z przodu narzędzi i półfabrykatu podczas kalibrowania środkowego stopnia odkuwki i wcinania się skrajnych klinowych występów, z ukrytym jednym walcem, fig. 6 - widok z przodu narzędzi i półfabrykatu w końcowym etapie kalibrowania środkowego stopnia odkuwki i kształtowania stopni pośrednich, z ukrytym jednym walcem, fig. 7 - widok z przodu narzędzi i ukształtowanej odkuwki w końcowym etapie walcowania z ukrytym jednym walcem, fig. 8 – widok z przodu walca, fig. 9 – widok z góry walca, fig. 10 – widok z tyłu walca, fig. 11 – widok z boku walca, fig. 12 - widok izometryczny walca, fig. 13a - widok półfabrykatu, fig. 13b - widok półfabrykatu z ukształtowanym środkowym stopniem, fig. 13c - widok półfabrykatu podczas kształtowania stopni pośrednich, a fig 13d – widok ukształtowanej odkuwki.

Sposób walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych przy pomocy trzech walców klinowych polegał na tym, że półfabrykat 12 w kształcie dwustronnie fazowanego pręta stalowego o średnicy początkowej do, która wynosiła 220 mm i była równa największej średnicy walcowanych stopni odkuwki wałka stopniowanego 13 i długości początkowej L_0 , która wynosiła 1500 mm i była mniejsza od długości L_3 równej 2200 mm walcowanej odkuwki wałka stopniowanego 13 nagrzano do temperatury równej 1200°C , która była większa od temperatury rekrytalizacji walcowanego materiału. Po nagraniu półfabrykat 12 składał się z centralnie umieszczonej walcowej powierzchni 12a, zaś w jego częściach skrajnych znajdowały się na długości l_k , równej 75 mm stożkowe

ścięcia, które tworzyły z obu stron półfabrykatu 12 powierzchnie stożkowe 12b, o kącie rozwarcia δ równym 90° . Następnie półfabrykat 12 umieszczono centralnie w strefie wejściowej I narzędzi składających się z trzech jednakowych walców 1, po czym wprowadzono trzy jednakowe walce 1 w ruch obrotowy w tym samym kierunku i z taką samą prędkością n_1 , wynoszącą 10 obr/min i oddziaływano na 5 półfabrykat 12 występami prowadzącymi 11a i 11b, znajdującymi się na powierzchniach cylindrycznych 2 walców 1 oraz klinowymi występami 4 o pochyłych powierzchniach bocznych 5a i 5b, które znajdowały się na powierzchniach cylindrycznych 2 walców 1 między występami prowadzącymi 11a 10 i 11b. W wyniku oddziaływania występów prowadzących 11a i 11b wprowadzono półfabrykat 12 w ruch obrotowy ze stałą prędkością n_w równą 60 obr/min w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu walców 1. Następnie kształtowano na obwodzie półfabrykatu 12 w jego środkowej części klinowy rowek i redukowano średnicę początkową do półfabrykatu 12, która wynosiła 220 mm do wartości 15 równej średnicy d_1 środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13, która wynosiła 180 mm. Następnie podczas dalszego ruchu obrotowego walców 1 oddziaływano pochyłymi powierzchniami bocznymi 5a i 5b klinowych występów 4 na materiał półfabrykatu 12 i rozszerzano redukcję średnicy do półfabrykatu 12 na całą długość l_1 , równą 1300 mm środkowego stopnia 12c odkuwki wałka 20 stopniowanego 13. Przy czym długość L_1 półfabrykatu 12 w tym etapie procesu zwiększono do wartości 2000 mm. Następnie zagłębiano w półfabrykat 12 jednocześnie dwa skrajne klinowe występy 7a i 7b o pochyłych powierzchniach bocznych 8a i 8b, które kształtowały na obwodzie półfabrykatu dwa pierścieniowe rowki w odległości l_2 , równej 1700 mm i redukowano średnicę początkową do po 25 obu stronach półfabrykatu 12 w pobliżu skrajnych końców półfabrykatu 12 do średnicy d_2 , która wynosiła 170 mm i była równa średnicy stopni pośrednich 12d odkuwki wałka stopniowanego 13. Jednocześnie podczas zagłębiania się skrajnych klinowych występów 7a i 7b w półfabrykat 12 kalibrowano środkowy stopień 12c odkuwki wałka stopniowanego 13 przy pomocy klinowych występów 4, 30 które w strefie kalibrowania miały stałą wysokość i szerokość. Następnie oddziaływano na materiał półfabrykatu 12 w miejscu zagłębiania się skrajnych klinowych występów 7a i 7b pochyłymi powierzchniami bocznymi 8a i 8b

i rozszerzano redukcję średnicy początkowej do półfabrykatu 12 do średnicy d_2 stopni pośrednich 12d na całą długość stopni pośrednich, które wynosiły 80 mm, co odpowiadało długość l_3 części środkowej wraz ze stopniami pośrednimi 12d walcowanej odkuwki wałka stopniowanego 13, wynoszącej 1860 mm, zaś długość całkowita L2 półfabrykatu 12 zwiększono do wartości 2100 mm. Następnie kalibrowano średnicę d_2 stopni pośrednich płaskimi powierzchniami 9a i 9b, znajdującymi się na powierzchni skrajnych klinowych występów 7a i 7b. Po czym zwiększono redukcję średnicy początkowej do półfabrykatu 12 do średnicy d_3 , która wynosiła 140 mm i była równa średnicy skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13. Następnie podczas dalszego ruchu obrotowego walców 1 kalibrowano średnicę d_3 skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13. W wyniku czego uzyskano odkuwkę wałka stopniowanego 13 o długości całkowitej L3 równej 2200 mm. Następnie po pełnym obrocie walców 1 o kąt 360° , zatrzymano ruch obrotowy walców 1 i przesunięto wzdłuż osi walców 1 po powierzchniach cylindrycznych 2 ukształtowaną odkuwkę wałka stopniowanego 13, usuwając gotową odkuwkę wałka stopniowanego z przestrzeni roboczej walców 1. W tym samym czasie wprowadzono do strefy wejściowej I narzędzi kolejny półfabrykat 12.

Narzędzia do walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych odkuwek wydłużonych w przykładzie wykonania składają się z trzech jednakowych walców 1. Pojedynczy walec 1 podzielony jest na sześć zachodzących na siebie stref. Pierwsza strefa wejściowa I ma kształt powierzchni cylindrycznej 2, której średnica D wynosi 1200 mm i jest mniejsza od sześciokrotnej średnicy do półfabrykatu 12 wynoszącej 220 mm. Kąt środkowy γ_1 strefy wejściowej I, który wynosi 20° , jest mniejszy od kąta prostego. Następnie za strefą wejściową I znajduje się strefa wcinania II, w której na powierzchni cylindrycznej 2 znajdują się dwa symetrycznie położone występy prowadzące 11a i 11b, które oddalone są od siebie o odległość b , która wynosi 1000 mm i jest mniejsza od długości L_0 półfabrykatu 12. Szerokość k występów prowadzących 11a i 11b wynosi 20 mm. Następnie centralnie między występami prowadzącymi 11a i 11b na powierzchni cylindrycznej 2 znajduje się klinowy występ 4 o pochylonych powierzchniach bocznych 5a i 5b, które pochylone są w kierunku części środkowej walca 1 pod

jednakowymi katami α_1 , które wynoszą 30° . Wysokość h_1 klinowego występu 4 wynosi 20 mm i jest większa od wysokości g występów prowadzących 11a i 11b, które mają wysokość g równą 5 mm. Natomiast kąt rozwarcia β_1 klinowego występu 4 jest ostry i wynosi 45° , w wyniku czego klinowy występ 4 stopniowo
5 zwiększa swoją szerokość w kierunku strefy kształtowania III od zera na początku strefy wcinania II do wartości równej długości l_1 , wynoszącej 1300 mm, która odpowiada długości środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13 na końcu strefy kształtowania III oraz zwiększa swoją wysokość od zera na początku strefy wcinania II do wartości h_1 , która wynosi 20 mm i jest równa połowie redukcji
10 średnicy początkowej do półfabrykatu 12 do średnicy d_1 środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13. Kąt środkowy γ_2 strefy wcinania wynosi 15° i jest mniejszy od kąta środkowego γ_1 strefy wejściowej I. Następnie za strefą wcinania II znajduje się strefa kształtowania III, w której na powierzchni cylindrycznej 2 znajduje się klinowy występ 4 o pochyłych powierzchniach
15 bocznych 5a i 5b, które pochylone są pod jednakowymi kątami α_1 wynoszącymi 30° w kierunku części centralnej walca 1. Klinowy występ 4 w strefie kształtowania III ma stałą wysokość h_1 , a szerokość klinowego występu, którego kąt rozwarcia β_1 jest ostry i wynosi 45° , stopniowo zwiększa się do wartości równej długości l_1 środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13 na końcu strefy
20 kształtowania III. Natomiast kąt środkowy γ_4 strefy kształtowania III wynosi 160° i jest większy od kąta środkowego γ_2 strefy wcinania II. W części centralnej klinowego występu 4 w strefie kształtowania III znajduje się klinowe obniżenie 10 o klinowych powierzchniach bocznych 6a i 6b, którego kąt rozwarcia β_2 jest równy kątowi rozwarcia β_1 klinowego występu 4. Głębokość h_2 klinowego obniżenia 10
25 wynosi 20 mm i jest równa wysokości h_1 występu klinowego 4. Początek klinowego obniżenia 10 znajduje się w połowie strefy kształtowania III, której odpowiada kąt środkowy γ_3 , którego wartość wynosi 80° i jest równa połowie kąta środkowego γ_4 strefy kształtowania III. Następnie za strefą kształtowania znajduje się strefa kalibrowania IV, w której klinowy występ 4 o pochyłych powierzchniach
30 bocznych 5a i 5b ma stałą szerokość równą długości l_1 środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13 oraz stałą wysokość h_1 , równą połowie redukcji

średnicy początkowej do półfabrykatu 12 do średnicy d_1 środkowego stopnia 12c odkuwki wałka stopniowanego 13. Kąt środkowy γ_5 strefy kalibrowania IV wynosi 60° i jest mniejszy od kąta środkowego γ_4 strefy kształtowania III. Jednocześnie wraz z początkiem strefy kalibrowania IV rozpoczyna się strefa wcinania i kształtowania V skrajnych występów klinowych 7a i 7b, w której na powierzchni cylindrycznej 2 walca 1 znajdują się skrajne klinowe występy 7a oraz 7b, które położone są symetrycznie względem środka walca 1 w pobliżu powierzchni czołowych walca 1 i oddalone są od siebie o odległość l_2 , która wynosi 1700 mm, która równa jest długości odkuwki 13 między pośrednimi stopniami 12d, przy czym szerokość skrajnych klinowych występów 7a oraz 7b zwiększa się w kierunku strefy kalibrowania VI skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13. Kąt rozwarcia β_4 skrajnych występów 7a i 7b wynosi 48° i jest większy od kąta rozwarcia β_1 występu klinowego 4 w strefie kształtowania III. Pochyłe powierzchnie boczne 8a i 8b skrajnych klinowych występów 7a i 7b są pochylone pod jednakowymi kątami α_2 , które wynoszą 35° . Wysokość h_3 skrajnych klinowych występów 7a i 7b wynosi 40 mm i jest równa połowie redukcji średnicy do równej 220 mm półfabrykatu 12 do średnicy d_3 wynoszącej 140 mm, która jest równa średnicy skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13. Średnica D_z , walca 1 opisanego na skrajnych klinowych występach 7a i 7b wynosi 1460 i jest większa od sześciokrotności średnicy początkowej do półfabrykatu 12. Kąt środkowy γ_6 strefy wcinania i kształtowania V skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13 wynosi 85° i jest większy od kąta środkowego γ_5 strefy kalibrowania IV. Za strefą wcinania i kształtowania V skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13 znajduje się strefa kalibrowania VI skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13, w której na powierzchniach skrajnych klinowych występów 7a i 7b od strony środkowej walca 1 znajdują się położone równoległe do powierzchni czołowych walca 1 obniżenia 9a i 9b, których głębokość h_4 wynosi 15 mm i jest równa połowie różnicy między średnicami d_2 stopni pośrednich 12d, które wynoszą 170 mm, a średnicami d_3 , skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13, które wynoszą 140 mm. Pod koniec strefy kalibrowania VI skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13 powierzchnie wewnętrzne skrajnych klinowych występów 7a oraz 7b rozszerzają się w kierunku powierzchni

czołowych walca 1, których kąt rozwarcia β_3 wynosi 48° i jest równy kątowi rozwarcia β_4 skrajnych występów 7a i 7b. Kąt środkowy γ_7 strefy kalibrowania VI skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13 wynosi 65° i jest mniejszy od kąta środkowego γ_6 strefy wcinania i kształtowania V skrajnych stopni 12e odkuwki wałka stopniowanego 13.

POLITECHNIKA LUBELSKA
Zespół rzeczników patentowych
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
tel. 81 538 46 29

RZECZNIK PATENTOWY
Pater
mgr Paulina Pater
Nr ew. 3571

Wykaz oznaczeń

- 1 – walce
- 2 – powierzchnie cylindryczne
- 3 – walec opisany na skrajnych klinowych występach
- 4 – klinowe występy
- 5a, 5b – pochyłe powierzchnie boczne klinowych występów
- 6a, 6b – klinowe powierzchnie boczne klinowego obniżenia
- 7a, 7b – skrajne klinowe występy
- 8a, 8b – pochyłe powierzchnie boczne skrajnych klinowych występów
- 9a, 9b – obniżenia wewnętrzne skrajnych klinowych występów
- 10 – klinowe obniżenie występu klinowego
- 11a, 11b – występy prowadzące
- 12 – półfabrykat
- 12a – powierzchnia walcowa półfabrykatu
- 12b – powierzchnie stożkowe półfabrykatu
- 12c – środkowy stopień odkuwki
- 12d – pośrednie stopnie odkuwki
- 12e – skrajne stopnie odkuwki
- 13 – odkuwka wałka stopniowanego
- b – odległość między występami prowadzącymi
- D – średnica powierzchni cylindrycznej
- Dz – średnica walca opisanego na skrajnych występach
- do – średnica początkowa półfabrykatu
- d1 – średnica środkowego stopnia odkuwki
- d2 – średnica stopni pośrednich odkuwki
- d3 – średnica stopni skrajnych odkuwki
- g – wysokość występów prowadzących
- k – szerokość występów prowadzących
- h1 – wysokość występu klinowego
- h2 – głębokość klinowego wybrania
- h3 – wysokość skrajnych klinowych występów

- h4 – głębokość obniżenia skrajnych klinowych występow
- lk – długość powierzchni stożkowych półfabrykatu
- l1 – długość środkowego stopnia
- l2 – długość odkuwki między pośrednimi stopniami
- l3 – długość części środkowej walcowanej odkuwki
- Lo – długość półfabrykatu
- L1 – długość półfabrykatu po ukształtowaniu środkowego stopnia odkuwki
- L2 – długość półfabrykatu po ukształtowaniu pośrednich stopni odkuwki
- L3 – długość odkuwki wałka stopniowanego
- n1 – prędkość obrotowa walców
- nw – prędkość obrotowa półfabrykatu
- I – strefa wejściowa
- II – strefa wcinania
- III – strefa kształtowania
- IV – strefa kalibrowania
- V – strefa wcinania i kształtowania skrajnych występow klinowych
- VI – strefa kalibrowania skrajnych stopni
- α_1 - kąt pochylenia pochyłych powierzchni bocznych występu
- α_2 – kąt pochylenia pochyłych powierzchni bocznych skrajnych występow klinowych
- β_1 - kąt rozwarcia klinowego występu
- β_2 – kąt rozwarcia klinowego obniżenia
- β_3 – kąt rozwarcia powierzchni wewnętrznych skrajnych klinowych występow
- β_4 – kąt rozwarcia skrajnych klinowych występow
- δ - kąt rozwarcia powierzchni stożkowych półfabrykatu
- γ_1 – kąt środkowy strefy wejściowej
- γ_2 – kąt środkowy strefy wcinania
- γ_3 – kąt środkowy połowy strefy kształtowania
- γ_4 – kąt środkowy strefy kształtowania
- γ_5 – kąt środkowy strefy kalibrowania
- γ_6 – kąt środkowy strefy wcinania i kalibrowania skrajnych stopni

γ_7 – kąt środkowy strefy kalibrowania skrajnych stopni