

Urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych.

- 5 Dotychczas znanych i stosowanych jest szereg metod i urządzeń do kształtowania elementów cienkościennych. Do najczęściej stosowanych metod kształtowania elementów cienkościennych zalicza się procesy tłoczenia i gięcia, w których przekształcenie płaskiego półfabrykatu, najczęściej blachy lub taśmy, w element cienkościenny realizuje się w wyniku oddziaływania narzędzi – stempla i matrycy.
- 10 Procesy gięcia elementów cienkościennych najczęściej realizuje się na specjalnych prasach krawędziowych, w których matryca mocowana jest bezpośrednio na stole prasy, zaś stempel zamocowany jest bezpośrednio w suwaku prasy. Szczegółowo prasy krawędziowe opisano w podręczniku autorstwa J. Tomczak oraz J. Bartnicki pt. „Maszyny i urządzenia do obróbki plastycznej”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2012 r.
- 15 Konstrukcja pras krawędziowych i zamontowanych w nich narzędzi umożliwia gięcie elementów z blach, których długość może dochodzić do kilku metrów. Elementy gięte na prasach krawędziowych charakteryzują się prostą linią zagięcia, co ogranicza możliwości tej technologii do wytwarzania elementów z blach o stosunkowo prostej konstrukcji.

- Znacznie złożone konstrukcyjnie elementy cienkościenne można wytwarzać
- 20 w procesach tłoczenia. Podstawowymi przyrządami do realizacji procesów tłoczenia są tłoczники, które montowane są na prasach, najczęściej uniwersalnych lub tłocznicych. Szczegółowo konstrukcję tłoczników opisano w książce autorstwa Z. Marciniak pt. „Konstrukcja tłoczników”, wydanej przez Ośrodek Techniczny A. Marciniak Sp. z o.o., Warszawa 2002 r. Opisane w książce metody tłoczenia oraz rozwiązania konstrukcyjne
- 25 tłoczników charakteryzują się możliwością wytwarzania szerokiej grupy elementów cienkościennych o powierzchni nierozwijalnej. W wyniku nacisku stempla na płaski półfabrykat, który umieszczony jest na matrycy następuje odwzorowanie zarysu narzędzi – stempla oraz matrycy i ukształtowanie elementu cienkościennego. Procesy tłoczenia charakteryzują się dużą wydajnością i powtarzalnością wytwarzanych elementów, jednak
- 30 każda zmiana kształtu i wymiarów tłoczonych elementów powoduje konieczność wykonywania nowych przyrządów – tłoczników. Dlatego też procesy tłoczenia znalazły zastosowanie głównie w produkcji seryjnej i masowej różnego rodzaju elementów cienkościennych.

- Znane i stosowane są również rotacyjne metody kształtowania elementów
- 35 cienkościennych, do których można zaliczyć procesy wyoblania. Szczegółowo procesy

wyoblania opisano w książce autorstwa P. Szwedowski pt. „Wyoblanie ręczne” Państwowe Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2018 r. Opisana w książce metoda polega na stopniowym odkształcaniu płaskiego półfabrykatu na wirującym wzorniku w wyniku nacisku narzędzia – wyoblaka. Półfabrykat w kształcie płaskiego krążka wyciętego z blachy zaciskany jest między wzornikiem a dociskiem. Następnie wprawia się wzornik z dociśniętym do niego półfabrykatem w ruch obrotowy i stopniowo oddziałuje się na wirujący krążek blachy wyoblakiem. W rezultacie następuje stopniowe przekształcanie płaskiego krążka w wyrób cienkościenny, którego zarys odpowiada zarysowi wzornika. Proces wyoblania najczęściej realizuje się na specjalnych maszynach, zwanych wyoblarkami. Cechą charakterystyczną wyoblania jest możliwość kształtowania cienkościennych elementów osiowosymetrycznych, a także odwzorowanie zarysu wcześniej wykonanego wzornika.

Znane i stosowane są również metody kształtowania przyrostowego wyrobów cienkościennych, które opisano szczegółowo w artykule autorstwa T. Trzepiecińskiego pt. „Kształtowanie przyrostowe blach – możliwości zastosowania w przemyśle lotniczym”, w czasopiśmie Stal, Metale & Nowe Technologie, nr 5-6, strony 48-54, 2019 r. Opisana w artykule metoda kształtowania realizowana jest na frezarkach sterowanych numerycznie przy pomocy narzędzia zakończonego powierzchnią sferyczną. Półfabrykat w kształcie płaskiej blachy mocuje się w specjalnym uchwycie, który znajduje się na stole frezarki, natomiast narzędzie zamocowane jest we wrzecionie frezarki. W wyniku nacisku narzędzia oraz przemieszczenia stołu wraz z półfabrykatem można kształtować różne elementy cienkościenne. Przemieszczenie stołu wraz z półfabrykatem jest sterowane przy pomocy sterownika maszyny w oparciu o wcześniej wprowadzona trajektorię. Zaletą metody jest jej duża uniwersalność, polegająca na możliwości kształtowania elementów o różnym kształcie w oparciu o wcześniej przygotowany algorytm. Natomiast ograniczeniem są niewielkie wymiary kształtowanych wyrobów, niewielka wydajność procesu oraz konieczność każdorazowego przygotowania uchwytu dla danego wyrobu.

Dotychczas znane i stosowane rozwiązania urządzeń i przyrządów do kształtowania elementów cienkościennych charakteryzują się niewielką uniwersalnością, która wynika między innymi z konieczności wykonywania nowego oprzyrządowania w przypadku zmiany asortymentu wytwarzanych wyrobów. Powoduje to wzrost kosztów wdrożeniowych w przypadku niewielkich serii produkcyjnych, a także konieczność stosowania maszyn o dużych wartościach sił nacisku w przypadku kształtowania wyrobów o dużych wymiarach gabarytowych.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia do kształtowania wyrobów cienkościennych, które umożliwi efektywne kształtowanie elementów z blach o różnym kształcie i wymiarach przy pomocy jednego kompletu narzędzi w oparciu o wcześniej zdefiniowaną trajektorię ruchu narzędzi.

5 Istotą urządzenia do kształtowania wyrobów cienkościennych posiadającego silniki krokowe, silniki indukcyjne, przekładnie planetarne, siłowniki elektrośrubowe, śruby i nakrętki, łożyska toczne, listwy i wózki prowadzące, trzpienie frezarskie oraz śruby toczne i nakrętki kulowe według wynalazku jest to, że składa się z ramy podstawowej, która ma kształt przestrzennej konstrukcji, połączonej spoinami, która składa się z ośmiu
10 jednakowych, pionowych nóg w kształcie odcinków profili zamkniętych, do których przymocowane są dwie skrajne belki wzdłużne oraz dwie skrajne belki poprzeczne. W części centralnej skrajne belki poprzeczne połączone są ze sobą dwiema jednakowymi belkami podstawowymi, wzdłużnymi, które z kolei połączone są ze sobą w części centralnej dwiema jednakowymi belkami podstawowymi, poprzecznymi. Dwie belki
15 podstawowe, wzdłużne połączone są w części środkowej ramy podstawowej z dwiema skrajnymi belkami wzdłużnymi przy pomocy dwóch belek spinających. W dolnej części ramy podstawowej osiem pionowych nóg połączonych jest ze sobą przy pomocy czterech belek spinających dolnych, wzdłużnych, czterech belek spinających dolnych, poprzecznych oraz jednej belki dolnej, centralnej. W dolnej części ośmiu pionowych nóg,
20 do ich powierzchni czołowych przymocowane są płyty podstawowe, natomiast do powierzchni górnej ramy podstawowej, do skrajnych belek podstawowych, poprzecznych przymocowane są dwie płyty mocujące zespół wrzeciona stałego, oraz dwie płyty mocujące zespół wrzeciona przesuwne. W belkach podstawowych wzdłużnych oraz w belkach podstawowych poprzecznych znajdują się po trzy otwory mocujące, w których
25 osadzone są tuleje mocujące, przy czym do powierzchni górnej ramy podstawowej przymocowana jest płyta podstawowa, do której przymocowany jest stół krzyżowy. Zaś do dwóch płyt mocujących ramy podstawowej przymocowany jest zespół wrzeciona stałego, a do dwóch płyt mocujących ramy podstawowej przymocowany jest zespół wrzeciona przesuwne. Natomiast do ośmiu płyt podstawowych ramy podstawowej
30 przymocowane są jednakowe stopy antypoślizgowe o regulowanej wysokości. Stół krzyżowy składa się z płyty dolnej, na której przymocowane są symetrycznie przy dłuższych krawędziach bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące, na których przesuwnie osadzone są cztery jednakowe wózki prowadzące. Natomiast w części centralnej płyty dolnej do jej powierzchni górnej przymocowane są dwa zestawy łożyskowe, w których osadzona jest obrotowo śruba toczna. Za jednym zestawem
35

łożyskowym do górnej powierzchni płyty dolnej przymocowany jest wspornik, do którego powierzchni czołowej przymocowana jest tuleja kołnierзова, do której przymocowana jest przekładnia planetarna. Natomiast do przekładni planetarnej przymocowany jest silnik krokowy, przy czym czop śruby tocznej połączony jest z czopem przekładni planetarnej za pośrednictwem sprzęgła kłowego. Zaś do czterech jednakowych wózków prowadzących przymocowane są cztery jednakowe listwy pośrednie, do których przymocowana jest płyta górna, przy czym do powierzchni dolnej płyty górnej, w jej części centralnej przymocowana jest oprawa nakrętki, w której osadzona jest nakrętka kulowa, która połączona jest obrotowo ze śrubą toczną. Do powierzchni górnej płyty górnej przymocowane są symetrycznie przy dłuższych krawędziach bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące, na których przesuwnie osadzone są cztery jednakowe wózki prowadzące, natomiast w części centralnej płyty górnej do jej powierzchni górnej przymocowane są dwa zestawy łożyskowe, w których osadzona jest obrotowo śruba toczna. Za jednym zespołem łożyskowym do górnej powierzchni płyty górnej przymocowany jest wspornik, do którego powierzchni czołowej przymocowana jest tuleja kołnierзова, do której przymocowana jest przekładnia planetarna. Natomiast do przekładni planetarnej przymocowany jest silnik krokowy, przy czym czop śruby tocznej połączony jest z czopem przekładni planetarnej za pośrednictwem sprzęgła kłowego. Zaś do czterech jednakowych wózków prowadzących przymocowane są dwie jednakowe listwy łączące, do których przymocowany jest stół, na którego powierzchni górnej znajdują się rowki teowe. Do powierzchni dolnej stołu, w jego części centralnej przymocowana jest oprawa nakrętki, w której osadzona jest nakrętka kulowa, która połączona jest obrotowo ze śrubą toczną. Zespół wrzeciona stałego składa się z ramy, która składa się z dwóch jednakowych, pionowych podpór, które połączone są z belką górną za pośrednictwem dwóch jednakowych płyt łączących, przymocowanych do powierzchni bocznych w górnej części pionowych podpór oraz dwóch płyt łączących, przymocowanych do powierzchni czołowych belki górnej. Do powierzchni czołowych pionowych podpór, w ich dolnej części przymocowane są płyty łączące, za pomocą których połączony jest zespół wrzeciona stałego z dwiema płytami mocującymi ramy podstawowej. Do górnej powierzchni belki górnej, w jej części środkowej przymocowana jest płyta mocująca siłownik elektrośrubowy, natomiast do powierzchni bocznej belki górnej, w jej części środkowej przymocowana jest płyta mocująca zespół wrzeciona. Do płyty mocującej zespół wrzeciona, przymocowana jest płyta pionowa, do której przymocowane są symetrycznie wzdłuż dłuższych krawędzi bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące, na których przesuwnie osadzone są cztery jednakowe wózki

przewodzące. Cztery wózki prowadzące przymocowane są do jednej powierzchni płyty mocowania wrzeciona. Do drugiej powierzchni płyty mocowania wrzeciona przymocowany jest zespół wrzeciona, który składa się z elektrycznego silnika indukcyjnego, który połączony jest z przekładnią planetarną przez kołnierz pośredni.

- 5 Następnie przekładnia planetarna połączona jest z wrzecionem, przy czym wrzeciono składa się z korpusu, wewnątrz którego łożyskowana jest obrotowo w łożyskach tocznych tuleja wrzeciona, w której stożkowym gnieździe osadzony jest trzpień frezarski, na którego skrajnym czopie osadzona jest rolka kształtująca. Do płyty mocującej, znajdującej się na belce górnej ramy przymocowany jest siłownik elektrośrubowy, którego
- 10 przesuwne wrzeciono połączone jest z płytą mocowania wrzeciona przy pomocy wspornika. Zespół wrzeciona przesuwne składa się z ramy, która składa się z dwóch jednakowych, pionowych podpór i belki górnej, która składa się z dwóch wsporników poprzecznych, poziomych, które połączone są pod kątem prostym z dwoma wspornikami wzdłużnymi, poziomymi, które w części środkowej połączone są ze sobą pod kątem
- 15 prostym za pomocą wspornika łączącego, poziomego. Dwie pionowe podpory połączone są z belką górną za pomocą dwóch jednakowych płyt łączących, przymocowanych do powierzchni bocznych w górnej części pionowych podpór oraz dwóch płyt łączących, przymocowanych do powierzchni czołowych dwóch wsporników poprzecznych, poziomych belki górnej. Do powierzchni czołowych pionowych podpór, w ich dolnej części
- 20 przymocowane są płyty łączące, za pomocą których połączony jest zespół wrzeciona przesuwne z dwiema płytami mocującymi ramy podstawowej. Zaś do powierzchni bocznych dwóch wsporników wzdłużnych, poziomych belki górnej przymocowane są dwie jednakowe płyty oporowe, które w górnej części połączone są ze wspornikami wzdłużnymi, poziomymi dwoma żebrami usztywniającymi. Natomiast w środkowej części
- 25 wspornika łączącego, poziomego znajduje się obniżenie, w którym osadzona jest płyta mocująca zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona, która połączona jest w środkowej części ze wspornikiem łączącym, poziomym przy pomocy żebra poprzecznego. Do powierzchni wewnętrznych dwóch płyt oporowych belki górnej przymocowane są dwie płyty prowadzące. Na powierzchniach wewnętrznych dwóch płyt
- 30 prowadzących wykonane są dwa wzdłużne gniazda o przekroju trapezowym, w których osadzone są przesuwne dwie trapezowe listwy prowadzące, które połączone są na stałe z korpusem zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona. Przy czym korpus mocowania wrzeciona ma kształt ceownika i składa się z dwóch pionowych płyt bocznych w kształcie odwróconej litery „L”, które połączone są z czołową płytą pionową. Wewnątrz
- 35 korpusu zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona, w jego dolnej części

dwie płyty pionowe boczne połączone są z czołową płytą pionową przy pomocy płaskiego
 zębra usztywniającego. Na powierzchniach bocznych dwóch pionowych płyt bocznych
 korpusu zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona znajdują się dwa
 prostokątne gniazda, w których osadzone są dwie trapezowe listwy prowadzące. W
 5 dolnej części dwóch pionowych płyt bocznych korpusu znajdują się cylindryczne gniazda,
 w których osadzone są dwie tuleje ślizgowe. Natomiast w górnej części korpusu
 przymocowane są do dwóch pionowych płyt bocznych od strony wewnętrznej korpusu
 dwa pierścienie mocujące korpusu, w których znajdują się gniazda korpusu. Przy czym
 zespół napędowy przesuwu poprzecznego wrzeciona składa się z korpusu, w którym do
 10 powierzchni zewnętrznej czołowej płyty pionowej korpusu zespołu napędowego
 przesuwu poprzecznego wrzeciona zamocowana jest tuleja nakrętki, w której osadzona
 jest nakrętka kulowa, która z kolei połączona jest obrotowo ze śrubą toczną, która z
 drugiej strony osadzona jest obrotowo w zestawie łożyskowym, przytwierdzonym do
 powierzchni górnej płyty mocującej zespołu napędowego przesuwu poprzecznego
 15 wrzeciona. Za zestawem łożyskowym do powierzchni górnej płyty mocującej zespołu
 napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona przymocowany jest wspornik, do
 którego przymocowany jest kołnierz pośredni, połączony z przekładnią planetarną, która
 połączona jest z silnikiem krokowym. Przy czym skrajny czop śruby tocznej połączony
 jest z czopem wyjściowym przekładni planetarnej przy pomocy sprzęgła kłowego, które
 20 znajduje się w otworze kołnierza pośredniego. W dwóch tulejach ślizgowych korpusu
 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona osadzone są obrotowo czopy
 sworzni, które osadzone są nieruchomo w dwóch wspornikach łączących w kształcie
 kątowników, które wewnątrz połączone są ze sobą przy pomocy płyty poziomej.
 Zewnętrzne powierzchnie wsporników łączących przymocowane są do powierzchni
 25 zewnętrznej płyty pionowej, natomiast do powierzchni wewnętrznej płyty pionowej
 przymocowane są symetrycznie wzdłuż dłuższych krawędzi bocznych dwie jednakowe
 listwy prowadzące, na których przesuwnie osadzone są cztery jednakowe wózki
 prowadzące. Cztery wózki prowadzące przymocowane są do jednej powierzchni płyty
 mocowania wrzeciona, zaś do drugiej powierzchni płyty mocowania wrzeciona
 30 przymocowany jest zespół wrzeciona, który składa się z elektrycznego silnika
 indukcyjnego, który połączony jest z przekładnią planetarną przez kołnierz pośredni.
 Następnie przekładnia planetarna połączona jest z wrzecionem, przy czym wrzeciono
 składa się z korpusu, wewnątrz którego łożyskowana jest obrotowo w łożyskach tocznych
 tuleja wrzeciona, w której stożkowym gnieździe osadzony jest trzpień frezarski, na
 35 którego skrajnym czopie osadzona jest rolka kształtująca, zaś do płyty poziomej,

przymocowany jest siłownik elektrośrubowy, którego przesuwne wrzeciono połączone jest z płytą mocowania wrzeciona przy pomocy wspornika. Zaś wsporniki łączące w górnej części są ze sobą połączone płytą mocującą zespół napędowy przesuwu kąтового wrzeciona. Przy czym do powierzchni zewnętrznej płyty mocującej

5 przymocowana jest tuleja mocowania nakrętki, w której osadzona jest nakrętka kulowa, która z kolei połączona jest obrotowo ze śrubą toczną, która z drugiej strony osadzona jest obrotowo w zespole łożyskowym, przymocowanym do powierzchni bocznej wspornika obrotowego, którego czopy osadzone są obrotowo w gniazdach korpusu. Zaś do korpusu zespołu łożyskowego przymocowana jest tuleja mocująca napęd, która

10 połączona jest z przekładnią planetarną, która połączona jest z silnikiem krokowym. Przy czym skrajny czop śruby tocznej połączony jest z czopem wyjściowym przekładni planetarnej przy pomocy sprzęgła kłowego, które znajduje się w otworze tulei mocującej napęd.

Korzystnie jest, gdy do górnej powierzchni stołu przymocowany jest stół obrotowy

15 albo stół elektromagnetyczny.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest duża uniwersalność urządzenia, która polega na możliwości kształtowania elementów cienkościennych z blach o różnym kształcie i wymiarach przy pomocy jednego kompletu narzędzi w oparciu o wcześniej zdefiniowaną trajektorię ruchu narzędzi. Kolejnym korzystnym skutkiem wynalazku są znacznie

20 mniejsze siły kształtowania w stosunku do technologii tłoczenia lub gięcia. W rezultacie zaproponowane rozwiązanie staje się alternatywą dla konwencjonalnych metod gięcia i tłoczenia i pozwala na zwiększenie elastyczności produkcji oraz obniżenie kosztów wytwarzania elementów cienkościennych.

Urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych zostało przedstawione

25 w przykładzie wykonania na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia widok urządzenia w rzucie z góry, Fig. 2 – przekrój A-A urządzenia, poprowadzony wzdłuż osi poziomej, Fig. 3 – widok izometryczny urządzenia, Fig. 4 – widok izometryczny ramy podstawowej, Fig. 5 – widok izometryczny stołu krzyżowego, Fig. 6 – Widok stołu krzyżowego w rzucie z góry, Fig. 7 – przekrój B-B stołu krzyżowego poprowadzony wzdłuż osi jednej ze śrub

30 tocznych, Fig. 8 – przekrój C-C stołu krzyżowego poprowadzony wzdłuż osi drugiej śruby tocznej, Fig. 9 – widok izometryczny zespołu wrzeciona przesuwne, Fig. 10 – widok z przodu zespołu wrzeciona przesuwne, Fig. 11 – przekrój D-D poprowadzony wzdłuż osi zespołu wrzeciona przesuwne, Fig. 12 – przekrój E-E poprowadzony prostopadle do osi zespołu wrzeciona przesuwne, Fig. 13 – widok izometryczny ramy zespołu wrzeciona przesuwne, Fig. 14 – widok izometryczny ramy zespołu wrzeciona stałego,

35

Fig. 15 – widok izometryczny zespołu wrzeciona stałego, Fig. 16 – widok z przodu zespołu wrzeciona stałego, Fig. 17 – przekrój F-F poprowadzony wzdłuż osi zespołu wrzeciona stałego, Fig. 18 – widok z góry zespołu wrzeciona, Fig. 19 – przekrój G-G poprowadzony wzdłuż osi zespołu wrzeciona, Fig. 20 – widok izometryczny zespołu wrzeciona, Fig. 21 – widok izometryczny korpusu zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona, Fig. 22 – widok izometryczny urządzenia ze stołem magnetycznym, zaś Fig. 23 – widok izometryczny urządzenia ze stołem obrotowym.

Przykład 1

Urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych posiada silniki krokowe 15a, 15b oraz 15c, silniki indukcyjne 32, przekładnie planetarne 34, siłowniki elektrośrubowe 26, śruby toczne 11a, 11b oraz 45 i nakrętki kulowe 20a, 20b i 44, łożyska toczne 35b, listwy prowadzące 8a, 8b, 29a i 29b, wózki prowadzące 9a i 9b, 30a i 30b, trzpienie frezarskie 35d. Urządzenie składa się z czterech podstawowych zespołów: ramy podstawowej 1, stanowiącej korpus urządzenia, stołu krzyżowego 3, który umożliwia wzdłużny i poprzeczny przesuw kształtowanego półfabrykatu, zespołu wrzeciona stałego 4, które stosuje się do podparcia kształtowanego półfabrykatu oraz zespołu wrzeciona przesuwne 5, które realizuje właściwy proces kształtowania. Rama podstawowa 1 ma kształt przestrzennej konstrukcji, wykonanej z profili zamkniętych, które połączone ze sobą spoinami. Rama podstawowa 1 składa się z ośmiu jednakowych, pionowych nóg 1a w kształcie odcinków profili zamkniętych, do których przymocowane są dwie skrajne belki wzdłużne 1b oraz dwie skrajne belki poprzeczne 1c. W części centralnej skrajne belki poprzeczne 1c połączone są ze sobą dwiema jednakowymi belkami podstawowymi, wzdłużnymi 1d, które z kolei połączone są ze sobą w części centralnej dwiema jednakowymi belkami podstawowymi, poprzecznymi 1e, zaś dwie belki podstawowe, wzdłużne 1d połączone są w części środkowej ramy podstawowej 1 z dwiema skrajnymi belkami wzdłużnymi 1b przy pomocy dwóch belek spinających 1f. W dolnej części ramy podstawowej 1 znajduje się osiem pionowych nóg 1a, które połączone są ze sobą przy pomocy czterech belek spinających dolnych, wzdłużnych 1g, czterech belek spinających dolnych, poprzecznych 1h oraz jednej belki dolnej, centralnej 1i. W dolnej części ośmiu pionowych nóg 1a, do ich powierzchni czołowych przymocowane są płyty podstawowe 1j, natomiast do powierzchni górnej ramy podstawowej 1, do skrajnych belek podstawowych, poprzecznych 1c przymocowane są dwie płyty mocujące 1k zespół wrzeciona stałego 4, oraz dwie płyty mocujące 1l zespół wrzeciona przesuwne 5. Ponadto w belkach podstawowych wzdłużnych 1d oraz w belkach podstawowych poprzecznych 1e znajdują się po trzy otwory mocujące, w których osadzone są tuleje

mocujące 1m. Natomiast do powierzchni górnej ramy podstawowej 1 przymocowana jest przy pomocy śrub, osadzonych w są tulejach mocujących 1m płyta podstawowa 2, do której z kolei przymocowany jest stół krzyżowy 3. Natomiast do dwóch płyt mocujących 1k ramy podstawowej 1 przymocowany jest za pomocą śrub zespół wrzeciona stałego 4, a do dwóch płyt mocujących 1l ramy podstawowej 1 przymocowany jest za pomocą śrub zespół wrzeciona przesuwne 5. Natomiast w ośmiu płytach podstawowych 1j ramy podstawowej 1 osadzone są jednakowe stopy antypoślizgowe 6 o regulowanej wysokości, które umożliwiają na regulację wysokości urządzenia. Do płyty podstawowej 2 przymocowany jest przy pomocy śrub stół krzyżowy 3, który składa się z płyty dolnej 7, na której przymocowane są symetrycznie przy dłuższych krawędziach bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące 8a. Przy czym na listwach prowadzących 8a osadzone są przesuwnie cztery jednakowe wózki prowadzące 9a. W części centralnej płyty dolnej 7 do jej powierzchni górnej przymocowane są dwa zestawy łożyskowe 10a, w których osadzona jest obrotowo śruba toczna 11a. Natomiast za jednym zestawem łożyskowym 10a do górnej powierzchni płyty dolnej 7 przymocowany jest wspornik 12a, do którego powierzchni czołowej przymocowana jest tuleja kołnierkowa 13a. Następnie do tulei kołnierkowej 13a przymocowana jest przekładnia planetarna 14a, do której z kolei przymocowany jest silnik krokowy 15a. Przy czym silnik krokowy 15a sprzęgnięty jest za pośrednictwem sprzęgła kłowego 16a z przekładnią planetarną 14a, dzięki czemu silnik krokowy 15a wprawia śrubę toczną 11a w ruch obrotowy, co powoduje wzdluzne przesuwanie stołu krzyżowego 3. Natomiast do czterech jednakowych wózków prowadzących 9a przymocowane są cztery jednakowe listwy pośrednie 17, do których przymocowana jest płyta górna 18. Do powierzchni dolnej płyty górnej 18, w jej części centralnej przymocowana jest oprawa nakrętki 19a, w której osadzona jest nakrętka kulowa 20a, która połączona jest obrotowo ze śrubą toczną 11a. Do powierzchni górnej płyty górnej 18 przymocowane są symetrycznie przy dłuższych krawędziach bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące 8b, na których przesuwnie osadzone są cztery jednakowe wózki prowadzące 9b. Natomiast w części centralnej płyty górnej 18 do jej powierzchni górnej przymocowane są dwa zestawy łożyskowe 10b, w których osadzona jest obrotowo śruba toczna 11b. Za jednym zespołem łożyskowym 10b do górnej powierzchni płyty górnej 18 przymocowany jest wspornik 12b, do którego powierzchni czołowej przymocowana jest tuleja kołnierkowa 13b, do której z kolei przymocowana jest przekładnia planetarna 14b. Natomiast do przekładni planetarnej 14b przymocowany jest silnik krokowy 15b. Przy czym silnik krokowy 15b sprzęgnięty jest z przekładnią planetarną 14b za pośrednictwem sprzęgła kłowego 16b, dzięki czemu silnik krokowy

15b wprawia śrubę toczną 11b w ruch obrotowy, co powoduje poprzeczne przemieszczanie stołu krzyżowego 3. Następnie do czterech jednakowych wózków prowadzących 9b przymocowane są dwie jednakowe listwy łączące 21, do których przymocowany jest stół 22, na którego powierzchni górnej znajdują się rowki teowe, 5 służące do mocowania półfabrykatów przy pomocy śrub i nakrętek młoteczkowych, osadzonych w rowkach teowych stołu 22. Natomiast do powierzchni dolnej stołu 22, w jego części centralnej przymocowana jest oprawa nakrętki 19b, w której osadzona jest nakrętka kulowa 20b, która połączona jest obrotowo ze śrubą toczną 11b. Następnie do ramy podstawowej 1 przymocowany jest za pośrednictwem płyt mocujących 1k i śrub 10 zespół wrzeciona stałego 4, który składa się z ramy 23 zespołu wrzeciona stałego 4, do której przymocowany jest przesuwne zespół wrzeciona 27 oraz siłownik elektrośrubowy 26, który wywołuje pionowy przesuw zespołu wrzeciona 27. Rama 23 zespołu wrzeciona stałego 4 składa się z dwóch jednakowych, pionowych podpór 24, które połączone są przy pomocy śrub z belką górną 25 za pośrednictwem dwóch jednakowych płyt łączących 15 24a, przymocowanych do powierzchni bocznych w górnej części pionowych podpór 24 oraz dwóch płyt łączących 25a, przymocowanych do powierzchni czołowych belki górnej 25. Natomiast do powierzchni czołowych pionowych podpór 24, w ich dolnej części przymocowane są płyty łączące 24b, w otworach których osadzone są śruby, które łączą zespół wrzeciona stałego 4 z dwiema płytami mocującymi 1k ramy podstawowej 1. Do 20 górnej powierzchni belki górnej 25, w jej części środkowej przymocowana jest płyta mocująca 25b siłownik elektrośrubowy 26. Natomiast do powierzchni bocznej belki górnej 25, w jej części środkowej przymocowana jest płyta mocująca 25c zespół wrzeciona 27. Do płyty mocującej 25c zespół wrzeciona 27 przymocowana jest płyta pionowa 28, do której przymocowane są symetrycznie wzdłuż dłuższych krawędzi bocznych dwie 25 jednakowe listwy prowadzące 29a. Na listwach prowadzących 29a osadzone są przesuwne cztery jednakowe wózki prowadzące 30a. Przy czym cztery wózki prowadzące 30a przymocowane są do jednej z powierzchni płyty mocowania wrzeciona 31. Natomiast do drugiej powierzchni płyty mocowania wrzeciona 31 przymocowany jest zespół wrzeciona 27, który składa się z elektrycznego silnika indukcyjnego 32, który 30 połączony jest z przekładnią planetarną 34 przez kołnierz pośredni 33. Następnie przekładnia planetarna 34 połączona jest z wrzecionem 35. Wrzeciono 35 składa się z korpusu 35a, wewnątrz którego łożyskowana jest obrotowo w dwóch łożyskach tocznych 35b tuleja wrzeciona 35c. W stożkowym gnieździe tulei wrzeciona 35c osadzony jest trzpień frezarski 35d, na którego skrajnym czopie osadzona jest rolka kształtująca 35e. 35 Ruch obrotowy rolki kształtującej 35e realizowany jest przy pomocy silnika indukcyjnego

32 za pośrednictwem przekładni planetarnej 34 i wrzeciona 35. Natomiast przesuw pionowy zespołu wrzeciona 27 realizowany jest przy pomocy siłownika elektrośrubowego 26, który przymocowany jest do płyty mocującej 25b, znajdującej się na belce górnej 25 ramy 23. Przy czym przesuwne wrzeciono siłownika elektrośrubowego 26 połączone jest

5 z płytą mocowania wrzeciona 31 przy pomocy wspornika 36. Następnie do ramy podstawowej 1 przymocowany jest za pośrednictwem dwóch płyt mocujących 11 i śrub zespół wrzeciona przesuwne 5. Zespół wrzeciona przesuwne 5 składa się z ramy 37, w której osadzony jest zespół napędowy przesuwu poprzecznego wrzeciona 42, który połączony jest z przesuwym i przechylnym zespołem wrzeciona 27 oraz siłownikiem

10 elektrośrubowym 26, który wywołuje pionowy przesuw zespołu wrzeciona 27. Rama 37 zespołu wrzeciona przesuwne 6 zbudowana jest z dwóch jednakowych, pionowych podpór 38 oraz belki górnej 39. Belka górna 39 wykonana jest jako konstrukcja spawana i składa się z dwóch wsporników poprzecznych, poziomych 39b, które połączone są pod kątem prostym z dwoma wspornikami wzdłużnymi, poziomymi 39c, które w części

15 środkowej połączone są ze sobą pod kątem prostym za pomocą wspornika łączącego, poziomego 39d. Przy czym dwie pionowe podpory 38 połączone są z belką górną 39 za pomocą dwóch jednakowych płyt łączących 38a, które są przymocowane do powierzchni bocznych w górnej części pionowych podpór 38 oraz dwóch płyt łączących 39a, przymocowanych do powierzchni czołowych dwóch wsporników poprzecznych,

20 poziomych 39b belki górnej 39. Do powierzchni czołowych pionowych podpór 38, w ich dolnej części przymocowane są płyty łączące 28b, w otworach których osadzone są śruby, za pomocą których połączony jest zespół wrzeciona przesuwne 5 z dwiema płytami mocującymi 11 ramy podstawowej 1. Do powierzchni bocznych dwóch wsporników wzdłużnych, poziomych 39c belki górnej 39 przymocowane są dwie

25 jednakowe płyty oporowe 39e, które w górnej części połączone są ze wspornikami wzdłużnymi, poziomymi 39c dwoma żebrami usztywniającymi 39f. Natomiast w środkowej części wspornika łączącego, poziomego 39d znajduje się obniżenie, w którym osadzona jest płyta mocująca 39g zespół napędowy przesuwu poprzecznego wrzeciona 42, która połączona jest w środkowej części ze wspornikiem łączącym, poziomym 39d

30 przy pomocy żebra poprzecznego 39h. Do powierzchni wewnętrznych dwóch płyt oporowych 39e belki górnej 39 przymocowane są dwie płyty prowadzące 40. Na powierzchniach wewnętrznych dwóch płyt prowadzących 40 wykonane są dwa wzdłużne gniazda o przekroju trapezowym, w których osadzone są przesuwne dwie trapezowe listwy prowadzące 43, które połączone są na stałe z korpusem 41 zespołu napędowego

35 przesuwu poprzecznego wrzeciona 42. Korpus 41 mocowania wrzeciona ma kształt

ceownika i składa się z dwóch pionowych płyt bocznych 41a w kształcie odwróconej litery „L”, które połączone są z czołową płytą pionową 41b. Wewnątrz korpusu 41 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42, w jego dolnej części dwie płyty pionowe boczne 41a połączone są z czołową płytą pionową 41b przy pomocy płaskiego

5 zębra usztywniającego 41c. Na powierzchniach bocznych dwóch pionowych płyt bocznych 41a korpusu 41 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 znajdują się dwa prostokątne gniazda, w których osadzone są dwie trapezowe listwy prowadzące 43. Natomiast w dolnej części dwóch pionowych płyt bocznych 41a korpusu 41 znajdują się cylindryczne gniazda, w których osadzone są dwie tuleje ślizgowe 52.

10 Natomiast w górnej części korpusu 41 przymocowane są do dwóch pionowych płyt bocznych 41a od strony wewnętrznej korpusu 41 dwa pierścienie mocujące korpusu 41d, w których znajdują się gniazda korpusu 41e, służące do osadzenia zespołu napędowego przesuwu kątownego wrzeciona 59. Zespół napędowy przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 składa się z korpusu 41, w którym do powierzchni zewnętrznej czołowej płyty pionowej

15 41b korpusu 41 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 zamocowana jest tuleja nakrętki 62. W tulei nakrętki 62 osadzona jest nakrętka kulowa 44, która z kolei połączona jest obrotowo ze śrubą toczną 45, która z drugiej strony osadzona jest obrotowo w zestawie łożyskowym 46, przytwierdzonym do powierzchni górnej płyty mocującej 39g zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42.

20 Za zestawem łożyskowym 46 do powierzchni górnej płyty mocującej 39g zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 przymocowany jest wspornik 47, do którego przymocowany jest kołnierz pośredni 48, połączony z przekładnią planetarną 49, która połączona jest z silnikiem krokowym 50. Skrajny czop śruby tocznej 45 sprzęgnięty jest z czopem wyjściowym przekładni planetarnej 49 przy pomocy sprzęgła kłowego 51,

25 które znajduje się w otworze kołnierza pośredniego 48, dzięki czemu śruba toczna 45 wprawiana jest w ruch obrotowy przez silnik krokowy 50, co powoduje wzdluzny przesuw wrzeciona 27. W dwóch tulejach ślizgowych 52 korpusu 41 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 osadzone są obrotowo czopy sworzni 53, które z kolei osadzone są nieruchomo w dwóch wspornikach łączących 54 w kształcie

30 kątowników. Wsporniki łączące 54 połączone są ze sobą wewnątrz przy pomocy płyty poziomej 55, zaś zewnętrzne powierzchnie wsporników łączących 54 przymocowane są do powierzchni zewnętrznej płyty pionowej 56. Natomiast do powierzchni wewnętrznej płyty pionowej 56 przymocowane są symetrycznie wzdluz dluzszych krawędzi bocznych dwie jednakowe listwy prowadzące 29b, na których przesuwnie osadzone są cztery

35 jednakowe wózki prowadzące 30b. Cztery wózki prowadzące 30b przymocowane są do

jednej powierzchni płyty mocowania wrzeciona 31. Natomiast do drugiej powierzchni płyty mocowania wrzeciona 31 przymocowany jest zespół wrzeciona 27, który składa się z elektrycznego silnika indukcyjnego 32, który połączony jest z przekładnią planetarną 34 przez kołnierz pośredni 33. Następnie przekładnia planetarna 34 połączona jest z wrzecionem 35. Przy czym wrzeciono 35 składa się z korpusu 35a, wewnątrz którego 5łożyskowana jest obrotowo w dwóch łożyskach tocznych 35b tuleja wrzeciona 35c. W stożkowym gnieździe tulei wrzeciona 35c osadzony jest trzpień frezarski 35d, na którego skrajnym czopie osadzona jest rolka kształtująca 35e. Ruch obrotowy rolki kształtującej 35e realizowany jest przy pomocy silnika indukcyjnego 32 za pośrednictwem przekładni planetarnej 34 i wrzeciona 35. Natomiast przesuw pionowy zespołu wrzeciona 27 10realizowany jest przy pomocy siłownika elektrośrubowego 26, który przymocowany jest do płyty poziomej 55, przytwierdzonej do dwóch wsporników łączących 54. Przy czym przesuwne wrzeciono siłownika elektrośrubowego 26 połączone jest z płytą mocowania wrzeciona 31 przy pomocy wspornika 36. Zaś wsporniki łączące 54 w górnej części są 15ze sobą połączone płytą mocującą 70 zespół napędowy przesuwu kątownego wrzeciona 59. Przy czym do powierzchni zewnętrznej płyty mocującej 70 przymocowana jest tuleja mocowania nakrętki 60, w której osadzona jest nakrętka kulowa 61, która z kolei połączona jest obrotowo ze śrubą toczną 63, która z drugiej strony osadzona jest obrotowo w zespole łożyskowym 65, przymocowanym do powierzchni bocznej wspornika 20obrotowego 64, którego czopy 64a osadzone są obrotowo w gniazdach korpusu 41e. Zaś do korpusu zespołu łożyskowego 65 przymocowana jest tuleja mocująca napęd 66, która połączona jest z przekładnią planetarną 67, która połączona jest z silnikiem krokowym 68. Przy czym skrajny czop śruby tocznej 63 połączony jest z czopem wyjściowym przekładni planetarnej 67 przy pomocy sprzęgła kłowego 69, które znajduje się w otworze 25tulei mocującej napęd 66.

Przykład 2

Urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych zbudowane jest analogicznie jak w przykładzie 1, z tym, że do powierzchni górnej stołu 22 przymocowany jest stół obrotowy 57, na którym w trakcie procesu kształtowania mocuje się płaskie 30półfabrykaty, dzięki czemu zwiększają się możliwości technologiczne urządzenia.

Przykład 3

Urządzenie do kształtowania wyrobów cienkościennych zbudowane jest analogicznie jak w przykładzie 1, z tym, że do powierzchni górnej stołu 22 przymocowany jest stół elektromagnetyczny 58, na którym w trakcie procesu kształtowania mocuje się 35płaskie półfabrykaty, dzięki czemu ułatwione jest mocowanie półfabrykatów stalowych,

które utrzymywane są w przestrzeni roboczej urządzenia przez pole elektromagnetyczne, generowane przez stół elektromagnetyczny 58.

Podczas kształtowania elementów cienkościennych, półfabrykat w kształcie płaskiej blachy mocowany jest na płycie stołu 22 stołu krzyżowego 3. Następnie przemieszcza się pionowo zespoły wrzecion 27 przy pomocy siłowników elektrośrubowych 26 w kierunku półfabrykatu oraz odsuwa się zespół wrzeciona 27, wchodzący w skład zespołu wrzeciona przesuwne 5 od zespołu wrzeciona 27, wchodzącego w skład zespołu wrzeciona stałego 4 przy pomocy zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42. Po zajęciu przez rolki kształtujące 35e położenia początkowego, w którym rolka kształtująca 35e, wchodząca w skład zespołu wrzeciona stałego 4 styka się z powierzchnią półfabrykatu, zaś rolka kształtująca 35e, wchodząca w skład zespołu wrzeciona przesuwne 5 znajduje się poniżej kształtowanego półfabrykatu, uruchamia się silniki indukcyjne 32, wprawiając w ruch obrotowy w przeciwnych kierunkach rolki kształtujące 35e zespołów wrzecion 27. W tym samym czasie przy pomocy śrub tocznych 11a i 11b i nakrętek kulowych 20a i 20b przemieszcza się stół krzyżowy 3 zgodnie z zadaną trajektorią, która jest zgodna z zarysem kształtowanego elementu cienkościennego oraz przemieszcza się poprzecznie w kierunku półfabrykatu przy pomocy zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 zespół wrzeciona 27, wchodzący w skład zespołu wrzeciona przesuwne 5. Jednocześnie przemieszcza się pionowo zespół wrzeciona 27, wchodzący w skład zespołu wrzeciona przesuwne 5 przy pomocy siłownika elektrośrubowego 26. W wyniku oddziaływania rolek kształtujących 35e obu zespołów wrzecion 27 stopniowo kształtuje się z płaskiego półfabrykatu wyrób w postaci elementu cienkościennego. Napęd śrub kulowych 11a i 11b realizowany jest za pośrednictwem przekładni planetarnych 14a i 14b i silników krokowych 15a i 15b. W trakcie procesu kształtowania rolka kształtująca 35e, która osadzona jest na trzpieniu frezarskim 35d dosuwana jest wraz z zespołem wrzeciona 27 w korpusie 41 zespołu napędowego przesuwu poprzecznego wrzeciona 42 przy pomocy śruby tocznej 45, za pośrednictwem nakrętki kulowej 44. Przy czym napęd śruby tocznej 45 realizowany jest za pośrednictwem przekładni planetarnej 49 przez silnik krokowy 50. Przemieszczenie wzdłużne i poprzeczne stołu krzyżowego 3 oraz przemieszczenie pionowe zespołów wrzecion 27, a także przesuw poprzeczny zespołu wrzeciona 27, wchodzącego w skład zespołu wrzeciona przesuwne 5, sterowane są przy pomocy sterownika przemysłowego w oparciu o wcześniej wprowadzoną do sterownika trajektorię ruch, która jest zbliżona do zarysu kształtowanego wyrobu cienkościennego. Zespół wrzeciona 27, który znajduje się w zespole wrzeciona przesuwne 5 może być

przechylany względem osi pionowej w zakresie od 0° do 10° przy pomocy zespołu napędowego przesuwu kątownego wrzeciona 59 . Kąt pochylenia zespołu wrzeciona 27 ustala się przy pomocy kąta obrotu wału silnika krokowego 68, który jest sterowany przy pomocy sterownika przemysłowego w oparciu o wcześniej wprowadzony program numeryczny. Silnik krokowy 68 za pośrednictwem śruby tocznej 63 oraz nakrętki kulowej 61 powoduje obrót zespołu wrzeciona 27 na czopach sworzni 53, które osadzone są w tulejach ślizgowych 52, korpusu 41.

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 – rama podstawowa
- 1a – pionowe nogi ramy podstawowej
- 1b – skrajne belki wzdłużne ramy podstawowej
- 1c – skrajne belki poprzeczne ramy podstawowej
- 1d – belki podstawowe wzdłużne ramy podstawowej
- 1e – belki podstawowe poprzeczne ramy podstawowej
- 1f – belki spinające ramy podstawowej
- 1g – belki spinające dolne, wzdłużne ramy podstawowej
- 1h – belki spinające dolne, poprzeczne ramy podstawowej
- 1i – belka dolna, centralna ramy podstawowej
- 1j – płyty podstawowe
- 1k – płyty mocujące zespół wrzeciona stałego
- 1l – płyty mocujące zespół wrzeciona przesuwne
- 1m – tuleje mocujące
- 2 – płyta podstawowa
- 3 – stół krzyżowy
- 4 – zespół wrzeciona stałego
- 5 – zespół wrzeciona przesuwne
- 6 – stopy antypoślizgowe o regulowanej wysokości
- 7 – płyta dolna
- 8a, 8b – listwy prowadzące,
- 9a, 9b – wózki prowadzące
- 10a, 10b – zestawy łożyskowe
- 11a, 11b – śruba toczna
- 10a, 12b – wspornik
- 13a, 13b – tuleja kołnierzysta
- 14a, 14b – przekładnia planetarna
- 15a, 15b – silniki krokowe
- 16a, 16b – sprzęgło kłowe
- 17 – listwy pośrednie

- 18 – płyta górna
- 19a, 19b - oprawa nakrętki
- 20a, 20b – nakrętka kulowa
- 21 – listwy łączące
- 22 – stół
- 23 – rama zespołu wrzeciona stałego
- 24 – podpory ramy zespołu wrzeciona stałego
- 24a – płyty łączące
- 24b – płyty łączące
- 25 – belka górna ramy zespołu wrzeciona stałego
- 25a – płyty łączące
- 25b – płyta mocująca siłownik elektrośrubowy
- 25c – płyta mocująca zespół wrzeciona
- 26 – siłownik elektrośrubowy
- 27 – zespół wrzeciona
- 28 – płyta pionowa
- 29a, 29b – listwy prowadzące
- 30a, 30b – wózki prowadzące
- 31 – płyta mocowania wrzeciona
- 32 – silnik indukcyjny
- 33 – kołnierz pośredni
- 34 – przekładnia planetarna
- 35 – wrzeciono
- 35a – korpus wrzeciona
- 35b – łożyska toczne wrzeciona
- 35c – tuleja wrzeciona
- 35d – trzpień frezarski
- 35e – rolka kształtująca
- 36 – wspornik
- 37 – rama zespołu wrzeciona przesuwne
- 38 – pionowe podpory ramy zespołu wrzeciona przesuwne

- 38a – płyty łączące
- 39 – belka górna ramy zespołu wrzeciona przesuwne
- 39a – płyty łączące
- 39b – wsporniki poprzeczne poziome
- 39c – wsporniki wzdłużne poziome
- 39d – wspornik łączący poziomy
- 39e – płyty oporowe
- 39f – żebra usztywniające
- 39g – płyta mocująca
- 39h – żebro poprzeczne
- 40 – płyty prowadzące
- 41 - korpus
- 41a – pionowe płyty boczne korpusu
- 41b – czołowa płyta pionowa korpusu
- 41c – płaskie żebro usztywniające korpusu
- 41d – pierścienie mocujące korpusu
- 41e – gniazda korpusu
- 42 – zespół napędowy przesuwu poprzecznego wrzeciona
- 43 – trapezowe listwy prowadzące
- 44 – nakrętka kulowa
- 45 – śruba toczna
- 46 – zespół łożyskowy
- 47 – wspornik
- 48 – kołnierz pośredni
- 49 – przekładnia planetarna
- 50 – silnik krokowy
- 51 – sprzęgło kłowe
- 52 – tuleja ślizgowa
- 53 – czopy sworzni
- 54 – wsporniki łączące
- 55 – płyta pozioma

- 56 – płyta pionowa
- 57 – stół obrotowy
- 58 – stół elektromagnetyczny
- 59 – zespół napędowy przesuwu kąтового wrzeciona
- 60 – tuleja mocowania nakrętki
- 61 – nakrętka kulowa
- 62 – tuleja nakrętki
- 63 – śruba toczna
- 64 – wspornik obrotowy
- 64a – czopy wspornika obrotowego
- 65 – zespół łożyskowy
- 66 – tuleja mocująca napęd
- 67 – przekładnia planetarna
- 68 – silnik krokowy
- 69 – sprzęgło kłowe
- 70 – płyta mocowania zespołu napędowego przesuwu kąтового wrzeciona