

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 246044 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442343**

(22) Data zgłoszenia: **2022.09.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.03.25 BUP 13/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.11.25 WUP 48/2024**

(51) MKP:

**B21B 1/085** (2006.01)

**B21B 13/02** (2006.01)

**B21B 37/58** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**FIRMA CODOGNI SPÓŁKA JAWNA,  
Stalowa Wola, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ARKADIUSZ TOFIL, Chełm, PL  
JANUSZ TOMCZAK, Kalinówka, PL  
DAMIAN KRAWIEC, Człuchów, PL**

(54) Tytuł:

**Sposób walcowania kul**

**PL 246044 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób walcowania kul, zwłaszcza ze średników złomowanych szyn kolejowych.

Dotychczas znanych i stosowanych jest szereg metod wytwarzania kul przeznaczonych na mielniki do młynów kulowych. Do najczęściej spotykanych zalicza się odlewanie, kucie matrycowe oraz walcowanie. Kule odlewa się ze stali zlewnej odlewanej do form trwałych wykonanych z metalu, tak zwanych kokili. Kucie matrycowe kul realizowane jest na ogół na prasach ciernych, z wykorzystaniem materiału wsadowego w postaci prętów ze stali o zwiększonej zawartości węgla i manganu. Bezpośrednio po procesie kucia na prasach mimośrodowych wykonuje się okrawanie wyływki. Największą wydajność przy wytwarzaniu kul uzyskuje się stosując proces walcowania skośnego. Informacje na temat walcowania skośnego kul przedstawione są w książce autorstwa Dobrucki W. „Zarys obróbki plastycznej metali”, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1975 r. Opisany w książce proces umożliwia na kształtowanie w czasie jednego obrotu walców jednej odkuwki kuli. W trakcie jednej minuty otrzymuje się 160 kul o średnicy około  $\varnothing$  30 mm lub 40 kul o średnicy około  $\varnothing$  120 mm. Kule walcowane są w walcarkach skośnych wyposażonych w dwa walce z naciętymi po linii śrubowej pojedynczymi bruzdami, na długości wynoszącej na ogół 3,5 zwoju. Osie walców są nachylone ukośnie względem osi materiału wsadowego – pręta pod kątem od  $3^\circ$  do  $7^\circ$ . Podczas walcowania walce obracają się w tym samym kierunku, materiał zaś obraca się w przeciwnym kierunku. Aby otrzymać dobre wyniki walcowania, średnica wsadu powinna wynosić około 0,97 średnicy gotowych kul. Natomiast średnica walców powinna być od 5 do 6 razy większa od średnicy walcowanych kul. Znane i stosowane są również metody przetwarzania złomowanych szyn kolejowych, które pozwalają na zagospodarowanie i pozyskanie pełnowartościowego materiału użytkowego ze złomu kolejowego. Do najczęściej spotykanych metod zalicza się kucie matrycowe półfabrykatów z odcinków główek złomowanych szyn kolejowych oraz walcowanie wzdłużne prętów z główek odciętych od wyeksploatowanych szyn kolejowych. Szczegółowo procesy walcowania wzdłużnego prętów o przekroju kołowym z główek złomowanych szyn kolejowych opisano w książce autorstwa Z. Pater, J. Tomczak pt. „Walcowanie śrubowe kul do młynów kulowych”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2012. Przedstawiony w książce proces walcowania, w zależności od średnicy prętów, realizowany jest między dwoma lub czterema parami walców o osiach równoległych do siebie które obracają się w przeciwnych kierunkach. Na powierzchniach walców wykonane są wykroje bruzdowe o zarysie owalnym i kołowym. W pierwszym przepuszczeniu odcinek główki złomowanej szyny kolejowej walcowany jest w wykroju owalnym, następnie półfabrykat w kształcie pręta o zarysie owalnym przenoszony jest do drugiego wykroju – kołowego, gdzie następuje walcowanie prętów o przekroju kołowym. W przypadku walcowania kuźniczego długość wsadów stosowanych do walcowania jest ograniczona możliwością podawania ich do przestrzeni roboczej walców oraz ich masą. Najczęściej w takim procesie wsad jest podawany ręcznie i przez cały czas kształtowania utrzymywany jest w kleszczach. Wymienione ograniczenie nie występuje w przypadku walcowania hutniczego, które pozwala na kształtowanie prętów o długości dochodzącej do kilku metrów. Autorzy podają, że możliwe jest również walcowanie prętów o przekroju kołowym w walcarkach skośnych. W procesie walcowania skośnego walce rozmieszczone są symetrycznie dokoła półfabrykatu, a ich osie skrócone są pod jednakowymi kątami w stosunku do osi walcowania. W czasie walcowania narzędzia obracają się ze stałymi prędkościami w tym samym kierunku, chwytając półfabrykat i wciągają go do przestrzeni roboczej, gdzie w wyniku jego zgniatania następuje walcowanie prętów. Zastosowanie procesu walcowania skośnego do wytwarzania pręta okrągłego z główki szyny wymaga ukształtowania jej końca na stożek, co jest niezbędne ze względu na płynne wprowadzenie materiału między walce. Do zainicjowania procesu walcowania niezbędne jest także zastosowanie popychacza, mającego za zadanie wprowadzenie wsadu między walce, które następnie kształtując pręt będą go wciągać samoistnie w przestrzeń międzywalcową.

Z polskiego patentu PL 225772 znany jest sposób walcowania skośnego prętów o przekroju kołowym z główek złomowanych szyn kolejowych. Sposób polega na kształtowaniu prętów między dwoma walcami, które w części początkowej mają wykonane kołnierze, stopniowo zgniatające materiał podczas ruchu obrotowego. Przedstawiony w patencie sposób wymaga zastosowania dwóch walców o skomplikowanym kształcie, ponadto niezbędne jest prowadzenie materiału w przestrzeni roboczej między dwoma listwami, co znacznie obniża stabilność procesu. Kolejnym ograniczeniem technologii jest konieczność stosowania różnych kompletów walców w zależności od średnicy kształtowanych prętów.

Z polskiego zgłoszenia patentowego nr P.423386 znana jest również sposób walcowania prętów ze średników złomowanych szyn kolejowych, który polega na dwuetapowym walcowaniu prętów. W pierwszym etapie walcuje się wzdłużnie w wykroju bruzdowym wstępniak o przekroju poprzecznym zbliżonym do sześciokątnego. Następnie taki półwyrób w drugim etapie walcuje się w walcarni skośnej między trzema narzędziami w pręt o przekroju kołowym. Metoda ta pozwala na wytwarzanie dokładnych geometrycznie i wymiarowo prętów o przekroju kołowym ze średników odciętych od wyeksploatowanych szyn kolejowych w dość szerokim zakresie średnic. Ograniczeniem tej technologii może być stosunkowo niska wydajność takiego walcowania.

Cechą charakterystyczną obecnie znanych i stosowanych metod walcowania odkuwek kul jest konieczność stosowania półfabrykatów w postaci prętów o wysokiej dokładności geometrycznej i wymiarowej. W rezultacie powoduje to konieczność stosowania jako wsadów prętów hutniczych. Nie spotyka się natomiast procesów walcowania skośnego kul, które realizowane byłyby bezpośrednio po walcowaniu wzdłużnym złomowanych elementów w niewielkiej liczbie wykrojów.

Celem wynalazku jest walcowanie odkuwek kul bezpośrednio ze średników odciętych od wyeksploatowanych szyn kolejowych.

Istotą sposobu walcowania kul, zwłaszcza ze średników złomowanych szyn kolejowych według wynalazku jest to, że półfabrykat w kształcie średnika szyny kolejowej nagrzewa się do temperatury właściwej dla obróbki plastycznej na gorąco. Po czym nagrzany półfabrykat umieszcza się w bruzdach rolek wprowadzających, następnie uruchamia się ruch obrotowy rolek prowadzących jednakową prędkością i przemieszcza się półfabrykat w kierunku prowadnicy przedniej ze stałą prędkością. Po czym wprawia się walce bruzdowe pierwszej klatki w ruch obrotowy ze stałą prędkością w przeciwnych do siebie kierunkach oraz wprawia się walce bruzdowe drugiej klatki w ruch obrotowy ze stałą prędkością w przeciwnych do siebie kierunkach, jednocześnie wprawia się rolki prowadzące w ruch obrotowy ze stałą prędkością w zgodnym kierunku i jednocześnie wprawia się w ruch obrotowy walce śrubowe z jednakowymi prędkościami w tym samym kierunku. Po czym wprowadza się półfabrykat do otworu prowadzącego prowadnicy przedniej pierwszej klatki i przemieszcza się półfabrykat w kierunku walców bruzdowych pierwszej klatki i wprowadza się półfabrykat do bruzd w kształcie owalnym, znajdujących się na powierzchni walców bruzdowych pierwszej klatki, które mają głębokość mniejszą od połowy wysokości półfabrykatu oraz szerokość większą od grubości półfabrykatu, zaś średnica obu walców bruzdowych pierwszej klatki jest jednakowa. Osie obu walców bruzdowych pierwszej klatki położone są w płaszczyźnie poziomej, a odległość między osiami obu walców bruzdowych pierwszej klatki jest równa średnicy walców bruzdowych pierwszej klatki. Następnie chwyta się półfabrykat powierzchniami bruzd walców bruzdowych pierwszej klatki i zgniata się półfabrykat w kształcie średnika szyny kolejowej w półwyrób o zarysie owalnym. Przy czym oś pionowa wykroju owalnego, utworzonego przez bruzdy walców bruzdowych pierwszej klatki ma długość, która jest większa od długości osi poziomej wykroju owalnego utworzonego przez bruzdy walców bruzdowych pierwszej klatki, przy czym półwyrób o zarysie owalnym utrzymuje się w osi walcowania za kotliną walcowniczą walców bruzdowych pierwszej klatki w otworze o zarysie owalnym prowadnicy tylnej pierwszej klatki. Po czym przemieszcza się półwyrób w kierunku drugiej klatki walcowniczej, która składa się z dwóch jednakowych walców bruzdowych drugiej klatki, które mają taką samą średnicę i na powierzchniach których znajdują się wklęsłe bruzdy o promieniu, równym połowie średnicy walcowanej kuli, a osie walców bruzdowych drugiej klatki położone są poziomo i oddalone od siebie o wielkość średnicy walców bruzdowych drugiej klatki. Po czym wprowadza się koniec półwyrobu do otworu prowadnicy wejściowej drugiej klatki walcowniczej, następnie wprowadza się koniec półwyrobu do bruzd o zarysie kołowym, które znajdują się na powierzchniach walców walców bruzdowych drugiej klatki i zgniata się półwyrób o owalnym zarysie przekroju poprzecznego w pręt o przekroju zbliżonym do kołowego. Przy czym średnica pręta jest większa od średnicy walcowanej kuli. Za kotliną walcowniczą drugiej klatki prowadzi się odwalcowany pręt w otworze o zarysie kwadratowym prowadnicy tylnej drugiej klatki walcowniczej. Po czym odwalcowany pręt przemieszcza się w bruzdach rolek prowadzących w kierunku walców skośnych i wprowadza się pręt do otworu tulei wprowadzającej, w której utrzymuje się właściwe położenie pręta, następnie wprowadza się pręt przy pomocy rolek prowadzących do przestrzeni roboczej walcarki skośnej, składającej się z dwóch walców śrubowych oraz dwóch prowadnic. Przy czym oba walce śrubowe mają taką samą średnicę roboczą, a ich osie skrócone są w przeciwnych kierunkach względem osi walcowania o jednakową wartość kąta skrócenia walców, zaś prowadnice są równoległe położone do osi walcowania, a odległość między powierzchniami roboczymi prowadnic jest większa od średnicy odwalcowanego pręta. Po czym chwyta się koniec pręta powierzchniami stożko-

wymi, znajdującymi się w strefie wejściowej dwóch walców śrubowych, które obracają się z jednakowymi prędkościami w tym samym kierunku i wprawia się pręt w ruch obrotowy ze stałą prędkością w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów walców śrubowych i zgniata się przy pomocy stożkowych powierzchni przekrój poprzeczny pręta oraz kalibruje się przekrój pręta przy pomocy dwóch walcowych powierzchni, znajdujących się za powierzchniami stożkowymi walców śrubowych do średnicy mniejszej od średnicy walcowanej kuli. Następnie zagłębia się w powierzchnię walcową skalibrowanego wcześniej pręta śrubowe występy, znajdujące się na powierzchniach walców śrubowych. Przy czym wklęsłe powierzchnie boczne śrubowych występow walców śrubowych mają wklęsłe powierzchnie boczne, których promień równy jest połowie średnicy walcowanej kuli. Następnie stopniowo kształtuje się na półfabrykacie pierścieniowe rowki o sferycznych powierzchniach bocznych, przy czym podczas walcowania półfabrykat jest utrzymywany w przestrzeni roboczej przez dwie prowadnice, znajdujące się naprzeciw siebie, między walcami śrubowymi. Następnie w wyniku oddziaływania śrubowych występow o wklęsłych powierzchniach bocznych walców śrubowych zwiększa się głębokość pierścieniowych rowków aż do ukształtowania kuli i całkowitego jej oddzielenia od pręta, w wyniku czego uzyskuje się kulę średnicy mniejszej od średnicy pręta.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na plastyczne kształtowanie kul bezpośrednio z półfabrykatu w kształcie odcinka środnika odciętego od wyeksploatowanych szyn kolejowych. W rezultacie możliwe jest walcowanie odkuwek kul przy minimalnej ilości klatek wzdłużnych. Wynalazek charakteryzuje się dużą wydajnością wytwarzania kul w stosunku do uzyskiwanej w procesach kucia matrycowego i odlewania. Ponadto zastosowanie kalibrowania pręta bezpośrednio przed walcowaniem kul skraca czas walcowania i zmniejsza wrażliwość procesu na dokładność geometryczną półfabrykatów.

Wynalazek, został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok izometryczny procesu walcowania w początkowym etapie, fig. 2 widok izometryczny procesu podczas walcowania pręta w klatkach wzdłużnych, fig. 3 widok izometryczny procesu po odwalcowaniu pręta, fig. 4 widok izometryczny procesu podczas walcowania kul, fig. 5 widok z boku narzędzi i walcowanych kul, fig. 6 przekrój A-A poprowadzony przez oś pierwszej klatki, fig. 7. Przekrój B-B poprowadzony przez oś drugiej klatki, zaś fig. 8 przekrój C-C poprowadzony przez oś walcowania w klatce skośnej.

Sposób walcowania kul, zwłaszcza ze środników złomowanych szyn kolejowych polega na tym, że półfabrykat (17) w kształcie środnika szyny kolejowej nagrzewano go temperatury właściwej dla obróbki plastycznej na gorąco, która wynosiła 1200°C. Następnie nagrany półfabrykat (17) umieszczano w brzdach (2a) i (2b) rolek wprowadzających (1a) i (1b). Po czym uruchamiano ruch obrotowy rolek prowadzących (1a) i (1b) z jednakową prędkością ( $n_1$ ), która wynosiła 60 obr./min i przemieszczano półfabrykat (17) w kierunku prowadnicy przedniej (3) ze stałą prędkością ( $V_1$ ), która wynosiła 100 mm/s. Następnie wprawiano walce brzdowe pierwszej klatki (5a) i (5b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością ( $n_2$ ), która wynosiła 12 obr./min w przeciwnych do siebie kierunkach. Jednocześnie wprawiano walce brzdowe drugiej klatki (11a) i (11b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością ( $n_3$ ), która wynosiła 16 obr./min w przeciwnych do siebie kierunkach, oraz wprawiano rolki prowadzące (15a) i (15b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością ( $n_4$ ) 40 obr./min w zgodnym kierunku i jednocześnie wprawiano w ruch obrotowy walce śrubowe (20a) i (20b) z jednakowymi prędkościami ( $n_5$ ), które wynosiły 40 obr./min w tym samym kierunku. Po czym wprowadzano półfabrykat (17) do otworu prowadzącego (4) prowadnicy przedniej pierwszej klatki (3) i przemieszczano półfabrykat (17) w kierunku walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) i wprowadzano półfabrykat (17) do brzd (6a) i (6b) w kształcie owalnym, znajdujących się na powierzchni walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b). Przy czym brzdy (6a) i (6b) walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) miały głębokość ( $h_1$ ), która wynosiła 25 mm i była mniejsza od połowy wysokości półfabrykatu (17) oraz szerokość ( $b_1$ ) równej 19 mm, która była większa od grubości półfabrykatu (17). Średnica ( $D_1$ ), która wynosiła 500 mm obu walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) była jednakowa, zaś osie obu walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) położone były w płaszczyźnie poziomej, a odległość między osiami obu walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) stanowiła średnicę ( $D_1$ ) walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) i wynosiła 500 mm. Następnie chwytało półfabrykat (17) powierzchniami brzd (6a) i (6b) walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) i zgniatano półfabrykat (17) w kształcie środnika szyny kolejowej w półwyrób (17b) o zarysie owalnym. Oś pionowa wykroju owalnego, utworzonego przez brzdy (6a) i (6b) walców brzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) miała długość ( $2h_1$ ) i wynosiła 50 mm, która była większa od długości ( $b_1$ ) osi poziomej wykroju owalnego utworzonego przez brz-

dy (6a) i (6b) walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b). Przy czym półwyrób (17b) o zarysie owalnym utrzymywano w osi walcowania za kotliną walcowniczą walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) w otworze (8) o zarysie owalnym prowadnicy tylnej pierwszej klatki (7). Następnie przemieszczano półwyrób (17b) w kierunku drugiej klatki walcowniczej, która składała się z dwóch jednakowych walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b), które miały taką samą średnicę ( $D_2$ ), równą 500 mm. Na powierzchniach których znajdowały się wklęsłe bruzdy (12a) i (12b) o promieniu ( $R_2$ ), który wynosił 16,5 mm i był równy połowie średnicy ( $dk$ ) walcowanej kuli (18), wynoszącej 33 mm. Osie walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b) położone były poziomo i oddalone od siebie o wartość średnicy ( $D_2$ ) walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b), wynoszącej 500 mm. Następnie wprowadzano koniec półwyrobu (17b) do otworu (10) prowadnicy wejściowej (9) drugiej klatki walcowniczej, po czym wprowadzano koniec półwyrobu (17b) do bruzd (12a) i (12b) o zarysie kołowym, które znajdowały się na powierzchniach walcowych walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b) i zgniatano półwyrób (17b) o owalnym zarysie przekroju poprzecznego w pręt (17c) o przekroju zbliżonym do kołowego. Przy czym średnica ( $dp$ ) pręta (17c) wynosiła 33,5 mm i była większa od średnicy ( $dk$ ) walcowanej kuli (18) wynoszącej 33 mm. Następnie za kotliną walcowniczą drugiej klatki prowadzono odwalcowany pręt (17c) w otworze (14) o zarysie kwadratowym prowadnicy tylnej (13) drugiej klatki walcowniczej. Po czym odwalcowany pręt (17c) przemieszczano w brzdach (16a) i (16b) rolek prowadzących (15a) i (15b) w kierunku walców skośnych (20a) i (20b) i wprowadzano pręt (17c) do otworu tulei wprowadzającej (19), w której utrzymywano właściwe położenie pręta (17c). Następnie wprowadzano pręt (17c) przy pomocy rolek prowadzących (15a) i (15b) do przestrzeni roboczej walcarki skośnej, składającej się z dwóch walców śrubowych (20a) i (20b) oraz dwóch prowadnic (24a) i (24b). Przy czym oba walce śrubowe (20a) i (20b) miały taką samą średnicę roboczą ( $D$ ), wynoszącą 340 mm, a ich osie skrócone były w przeciwnych kierunkach względem osi walcowania o jednakową wartość kąta skręcenia walców ( $\gamma$ ), który wynosił  $5^\circ$ . Zaś prowadnice (24a) i (24b) były równoległe położone do osi walcowania, a odległość między powierzchniami roboczymi prowadnic (24a) i (24b) była większa od średnicy ( $dp$ ) odwalcowanego pręta (17c), i podczas walcowania wynosiła 35 mm. Następnie chwytało koniec pręta (17c) powierzchniami stożkowymi (21a) i (21b), znajdującymi się w strefie wejściowej dwóch walców śrubowych (20a) i (20b), które obracały się z jednakowymi prędkościami ( $n_5$ ) w tym samym kierunku i wprawiano pręt (17c) w ruch obrotowy ze stałą prędkością ( $n_6$ ), wynoszącą 400 obr./min w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów walców śrubowych (20a) i (20b) oraz przemieszcza się pręt (17c) z prędkością ( $V_2$ ), która wynosiła 45 mm/s i zgniatano przy pomocy stożkowych powierzchni (21a) i (21b) przekrój poprzeczny pręta (17c), kształtując przejściową powierzchnię stożkową o kącie rozwarcia ( $\alpha$ ), o wartości  $5^\circ$  a następnie kalibrowano przekrój pręta (17c) przy pomocy dwóch walcowych powierzchni (22a) i (22b), znajdujących się za powierzchniami stożkowymi walców śrubowych (20a) i (20b) do średnicy ( $d$ ), równej 31,5 mm, która była mniejsza od średnicy walcowanej kuli ( $dk$ ), wynoszącej 33 mm. Następnie zagłębiano w powierzchnię walcową skalibrowanego wcześniej pręta (17c) śrubowe występy, znajdujące się na powierzchniach walców śrubowych (20a) i (20b). Przy czym wklęsłe powierzchnie boczne (23a) i (23b) śrubowych występow walców śrubowych (20a) i (20b) miały wklęsłe powierzchnie boczne (23a) i (23b), których promień ( $R_k$ ) wynosił 16,5 mm i był równy połowie średnicy ( $dk$ ) walcowanej kuli (18). Następnie stopniowo kształtowano na półfabrykacie (17c) pierścieniowe rowki o sferycznych powierzchniach bocznych. Przy czym podczas walcowania półfabrykat był utrzymywany w przestrzeni roboczej przez dwie prowadnice (24a) i (24b), znajdujące się naprzeciw siebie, między walcami śrubowymi (20a) i (20b). Następnie w wyniku oddziaływania śrubowych występow o wklęsłych powierzchniach bocznych (23a) i (23b) walców śrubowych (20a) i (20b) zwiększano głębokość pierścieniowych rowków aż do ukształtowania kuli (18) i całkowitego jej oddzielenia od pręta (17c). W wyniku oddziaływania śrubowych występow o wklęsłych powierzchniach bocznych (23a) i (23b) kształtowano kulę (18) o średnicy ( $dk$ ), równej 33 mm, mniejszej od średnicy ( $dp$ ), równej 33,5 mm 20 pręta (17c).

#### Wykaz oznaczeń

- 1a, 1b – rolki wprowadzające
- 2a, 2b – bruzdy na rolkach wprowadzających
- 3 – prowadnica przednia pierwszej klatki
- 4 – otwór prowadzący prowadnicy przedniej
- 5a, 5b – walce bruzdowe pierwszej klatki
- 6a, 6b – bruzdy w kształcie owalnym
- 7 – prowadnica tylna pierwszej klatki

- 8 – otwór o zarysie owalnym
- 9 – prowadnica wejściowa drugiej klatki
- 10 – otwór prowadnicy wejściowej drugiej klatki
- 11a, 11b – walce bruzdowe drugiej klatki
- 12a, 12b – bruzd o zarysie kołowym
- 13 – prowadnica tylna drugiej klatki
- 14 – otwór o zarysie kwadratowym prowadnicy tylnej
- 15a, 15b – rolki prowadzące
- 16a, 16b – bruzdy rolek prowadzących
- 17 – półfabrykat w kształcie odcinka średnika szyny kolejowej
- 17b – półfabrykat o owalnym zarysie
- 17c – półfabrykat o przekroju zbliżonym do kołowego
- 18 – walcowana kula
- 19 – tuleja wprowadzająca
- 20a, 20b – walce śrubowe
- 21a, 21b – powierzchnie stożkowe walców śrubowych
- 22a, 22b – powierzchnie walcowe walców śrubowych
- 23a, 23b – wklęsłe powierzchnie występów śrubowych
- 24a, 24b – prowadnice
- D – średnica walców śrubowych
- D1 – średnica walców bruzdowych pierwszej klatki
- D2 – średnica walców bruzdowych drugiej klatki
- dk – średnica walcowanej kuli
- dp – średnica walcowanego pręta
- d – średnica kalibrowania pręta
- h1 – głębokość bruzd walców bruzdowych pierwszej klatki
- b1 – długość osi poziomej wykroju owalnego
- Rk – promień wklęsłych powierzchni bocznych występów śrubowych
- R2 – promień wklęsłych bruzd walców bruzdowych drugiej klatki
- n1 – prędkość rolek prowadzących
- n2 – prędkość walców bruzdowych pierwszej klatki
- n3 – prędkość walców bruzdowych drugiej klatki
- n4 – prędkość rolek prowadzących
- n5 – prędkość walców śrubowych
- n6 – prędkość obrotowa pręta
- V1 – prędkość przemieszczania półfabrykatu
- V2 – prędkość przemieszczania pręta
- $\alpha$  – kąt rozwarcia powierzchni stożkowej
- $\gamma$  – kąt skręcenia osi walców śrubowych

### Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób walcowania kul, zwłaszcza ze średników złomowanych szyn kolejowych, **znamienny tym**, że półfabrykat (17) w kształcie średnika szyny kolejowej nagrzewa się do temperatury właściwej dla obróbki plastycznej na gorąco, po czym nagrzaną półfabrykat (17) umieszcza się w bruzdach (2a) i (2b) rolek wprowadzających (1a) i (1b), następnie uruchamia się ruch obrotowy rolek prowadzących (1a) i (1b) z jednakową prędkością (n1) i przemieszcza się półfabrykat (17) w kierunku prowadnicy przedniej (3) ze stałą prędkością (V1), po czym wprawia się walce bruzdowe pierwszej klatki (5a) i (5b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością (n2) w przeciwnych do siebie kierunkach oraz wprawia się walce bruzdowe drugiej klatki (11a) i (11b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością (n3) w przeciwnych do siebie kierunkach, jednocześnie wprawia się rolki prowadzące (15a) i (15b) w ruch obrotowy ze stałą prędkością (n4) w zgodnym kierunku i jednocześnie wprawia się w ruch obrotowy walce śrubowe (20a) i (20b) z jednakowymi prędkościami (n5) w tym samym kierunku, po czym wprowadza się półfabrykat (17) do otworu prowadzącego (4) prowad-

nicy przedniej pierwszej klatki (3) i przemieszcza się półfabrykat (17) w kierunku walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) i wprowadza się półfabrykat (17) do bruzd (6a) i (6b) w kształcie owalnym, znajdujących się na powierzchni walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b), które mają głębokość ( $h_1$ ) mniejszą od połowy wysokości półfabrykatu (17) oraz szerokość ( $b_1$ ) większą od grubości półfabrykatu (17), zaś średnica ( $D_1$ ) obu walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) jest jednakowa, przy czym osie obu walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) położone są w płaszczyźnie poziomej, a odległość między osiami obu walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) jest równa średnicy ( $D_1$ ) walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b), następnie chwyta się półfabrykat (17) powierzchniami bruzd (6a) i (6b) walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) i zgniata się półfabrykat (17) w kształcie środka szyny kolejowej w półwyrób (17b) o zarysie owalnym, przy czym oś pionowa wykroju owalnego, utworzonego przez bruzdy (6a) i (6b) walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) ma długość ( $2h_1$ ), która jest większa od długości ( $b_1$ ) osi poziomej wykroju owalnego utworzonego przez bruzdy (6a) i (6b) walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b), przy czym półwyrób (17b) o zarysie owalnym utrzymuje się w osi walcowania za kotłową walcowniczą walców bruzdowych pierwszej klatki (5a) i (5b) w otworze (8) o zarysie owalnym prowadnicy tylnej pierwszej klatki (7), po czym przemieszcza się półwyrób (17b) w kierunku drugiej klatki walcowniczej, która składa się z dwóch jednakowych walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b), które mają taką samą średnicę ( $D_2$ ) i na powierzchniach których znajdują się wklęsłe bruzdy (12a) i (12b) o promieniu ( $R_2$ ), równym połowie średnicy ( $d_k$ ) walcowanej kuli (18), a osie walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b) położone są poziomo i oddalone od siebie o wielkość średnicy ( $D_2$ ) walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b), po czym wprowadza się koniec półwyróbu (17b) do otworu (10) prowadnicy wejściowej (9) drugiej klatki walcowniczej, następnie wprowadza się koniec półwyróbu (17b) do bruzd (12a) i (12b) o zarysie kołowym, które znajdują się na powierzchniach walców bruzdowych drugiej klatki (11a) i (11b) i zgniata się półwyrób (17b) o owalnym zarysie przekroju poprzecznego w pręt (17c) o przekroju zbliżonym do kołowego, przy czym średnica ( $d_k$ ) pręta (17c) jest większa od średnicy ( $d_k$ ) walcowanej kuli (18), przy czym za kotłową walcowniczą drugiej klatki prowadzi się odwalcowany pręt (17c) w otworze (14) o zarysie kwadratowym prowadnicy tylnej (13) drugiej klatki walcowniczej, po czym odwalcowany pręt (17c) przemieszcza się w bruzdach (16a) i (16b) rolek prowadzących (15a) i (15b) w kierunku walców skośnych (20a) i (20b) i wprowadza się pręt (17c) do otworu tulei wprowadzającej (19), w której utrzymuje się właściwe położenie pręta (17c), następnie wprowadza się pręt (17c) przy pomocy rolek prowadzących (15a) i (15b) do przestrzeni roboczej walcarki skośnej, składającej się z dwóch walców śrubowych (20a) i (20b) oraz dwóch prowadnic (24a) i (24b), przy czym oba walce śrubowe (20a) i (20b) mają taką samą średnicę roboczą ( $D$ ), a ich osie skrócone są w przeciwnych kierunkach względem osi walcowania o jednakową wartość kąta skrócenia walców ( $\gamma$ ), zaś prowadnice (24a) i (24b) są równoległe położone do osi walcowania, a odległość między powierzchniami roboczymi prowadnic (24a) i (24b) jest większa od średnicy ( $d_p$ ) odwalcowanego pręta (17c), po czym chwyta się koniec pręta (17c) powierzchniami stożkowymi (21a) i (21b), znajdującymi się w strefie wejściowej dwóch walców śrubowych (20a) i (20b), które obracają się z jednakowymi prędkościami ( $n_5$ ) w tym samym kierunku i wprawia się pręt (17c) w ruch obrotowy ze stałą prędkością ( $n_6$ ) w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów walców śrubowych (20a) i (20b) i zgniata się przy pomocy stożkowych powierzchni (21a) i (21b) przekrój poprzeczny pręta (17c) oraz kalibruje się przekrój pręta (17c) przy pomocy dwóch walcowych powierzchni (22a) i (22b), znajdujących się za powierzchniami stożkowymi walców śrubowych (20a) i (20b) do średnicy ( $d$ ) mniejszej od średnicy walcowanej kuli ( $d_k$ ), następnie zagłębia się w powierzchnię walcową skalibrowanego wcześniej pręta (17c) śrubowe występy, znajdujące się na powierzchniach walców śrubowych (20a) i (20b), przy czym wklęsłe powierzchnie boczne (23a) i (23b) śrubowych występow walców śrubowych (20a) i (20b) mają wklęsłe powierzchnie boczne (23a) i (23b), których promień ( $R_k$ ) równy jest połowie średnicy ( $d_k$ ) walcowanej kuli (18), następnie stopniowo kształtuje się na półfabrykacie (17c) pierścieniowe rowki o sferycznych powierzchniach bocznych, przy czym podczas walcowania pół-

fabrykat jest utrzymywany w przestrzeni roboczej przez dwie prowadnice (24a) i (24b), znajdujące się naprzeciw siebie, między walcami śrubowymi (20a) i (20b), następnie w wyniku oddziaływania śrubowych występów o wklęsłych powierzchniach bocznych (23a) i (23b) walców śrubowych (20a) i (20b) zwiększa się głębokość pierścieniowych rowków aż do ukształtowania kuli (18) i całkowitego jej oddzielenia od pręta (17c), w wyniku czego uzyskuje się kulę (18) o średnicy ( $d_k$ ) mniejszej od średnicy ( $d_p$ ) pręta (17c).



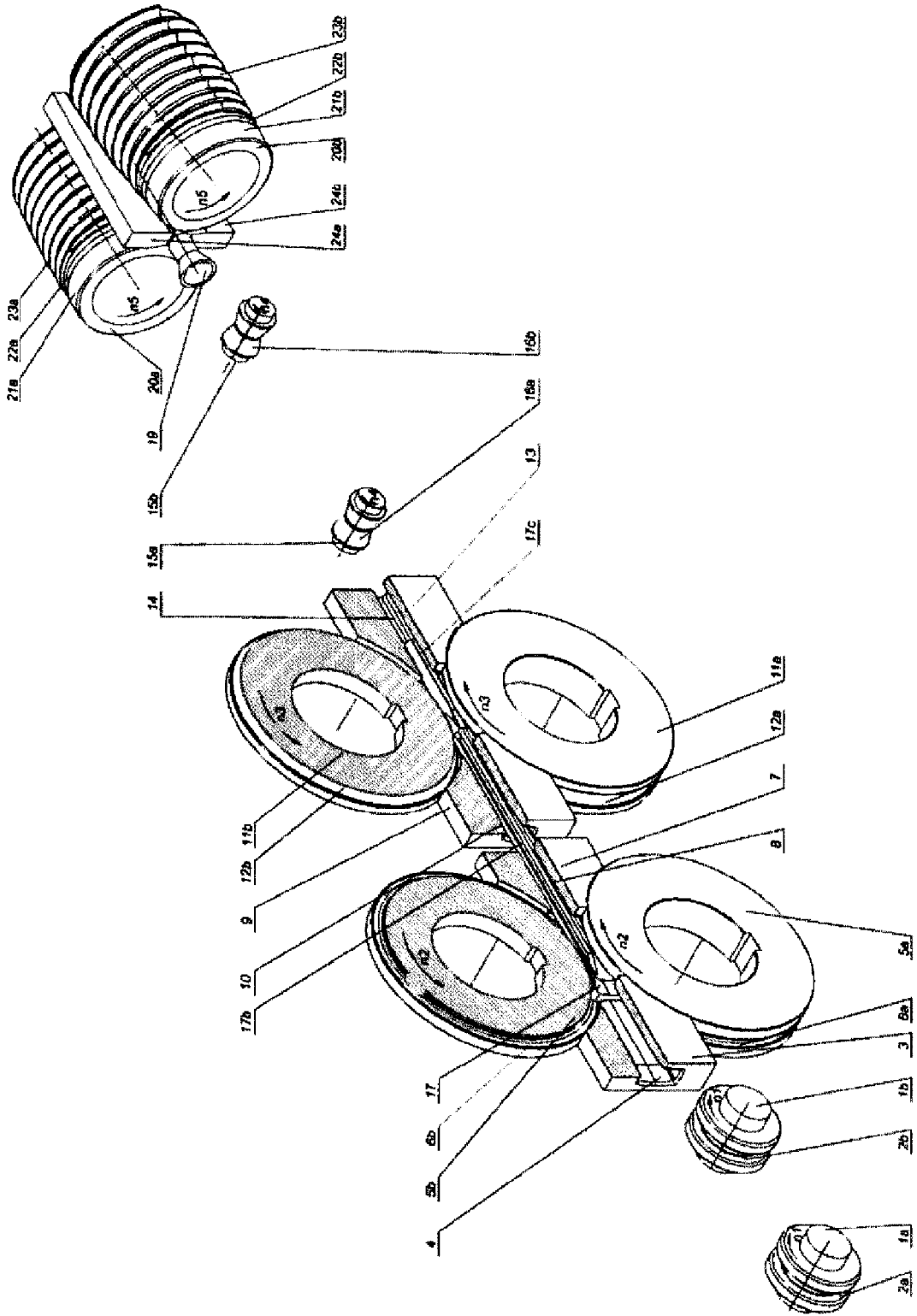


Fig. 2

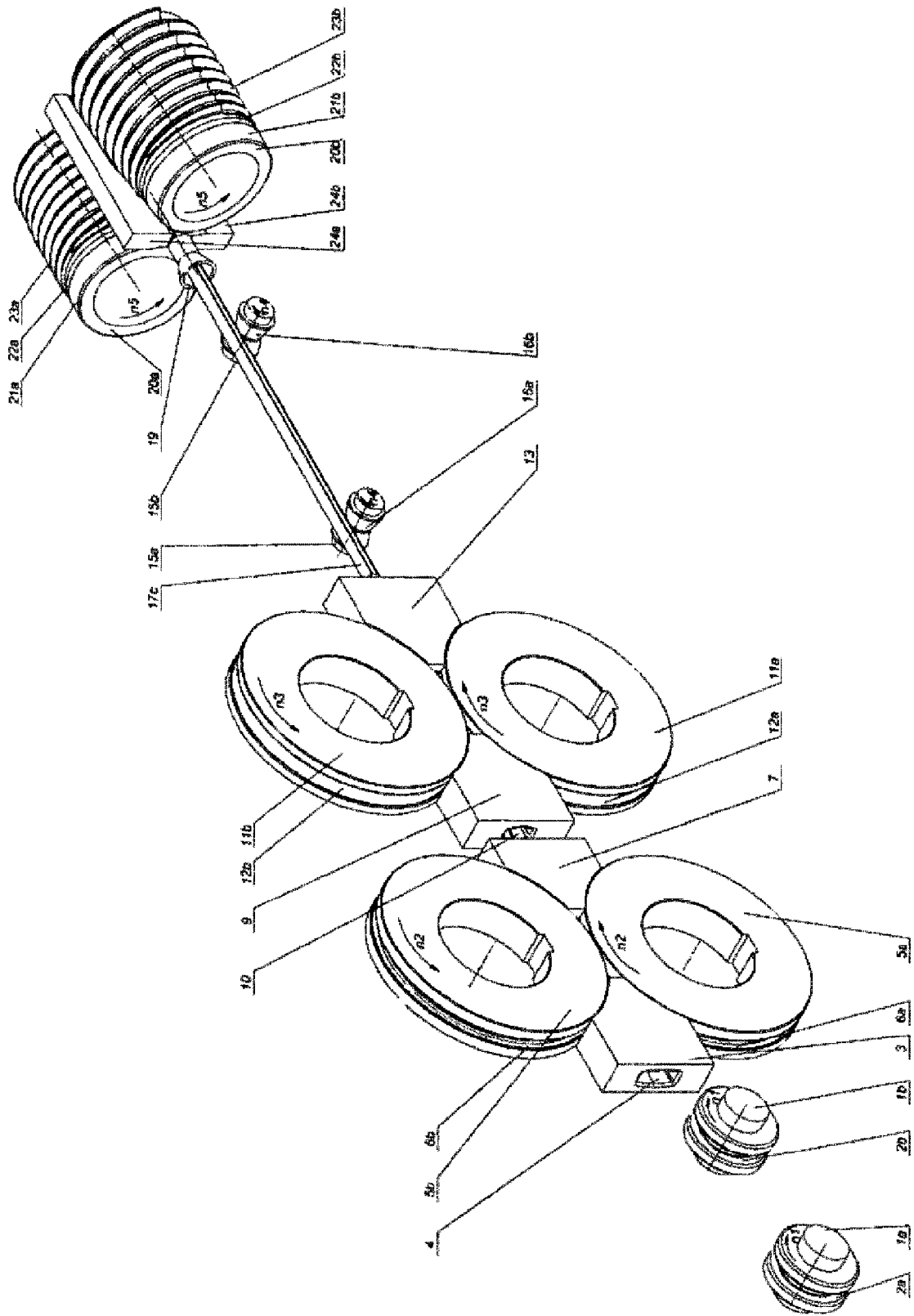


Fig. 3

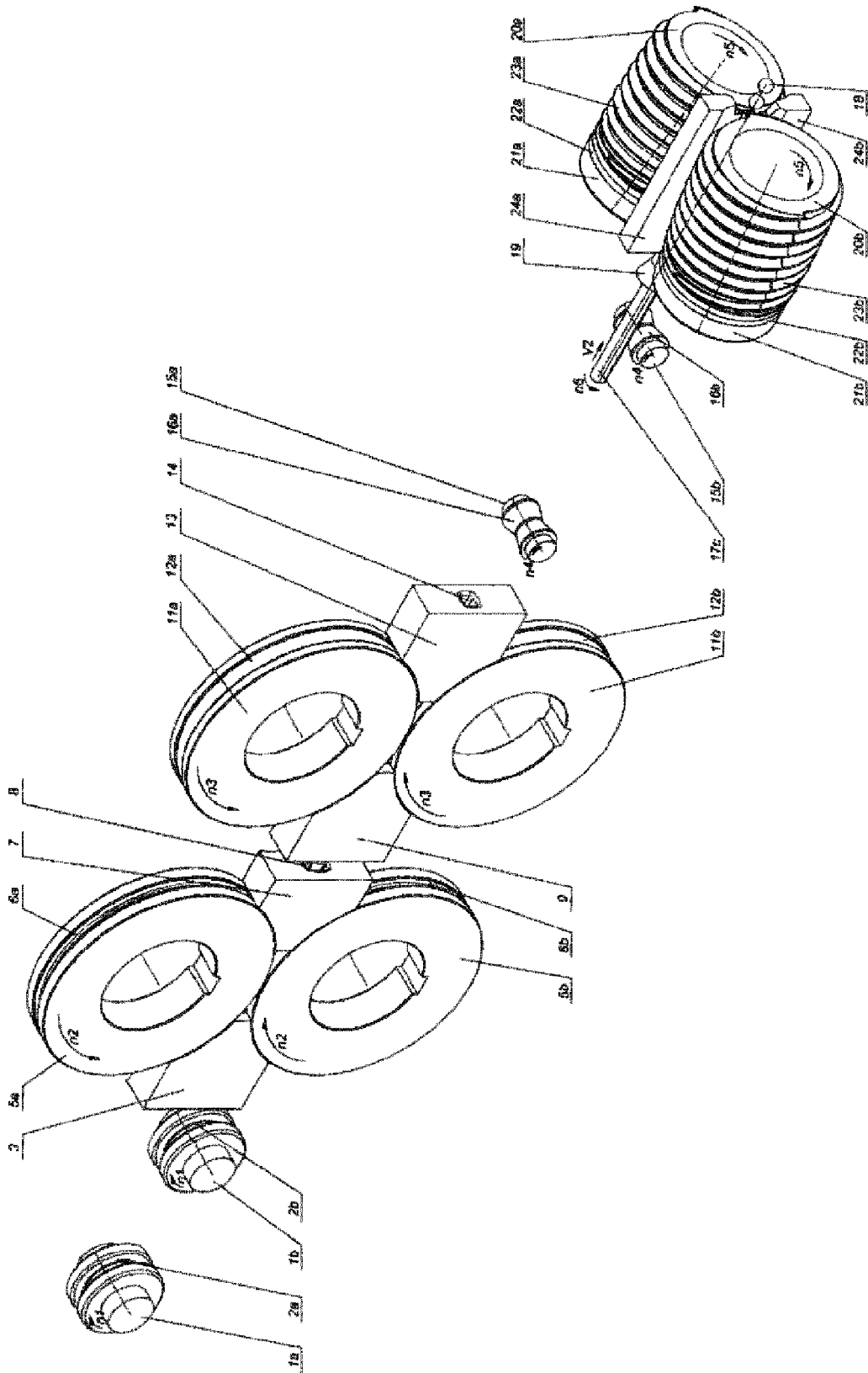


Fig. 4



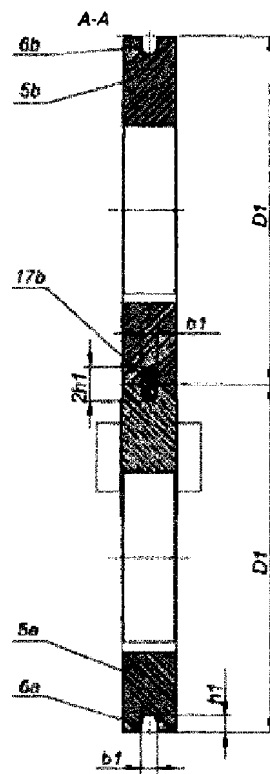


Fig. 6

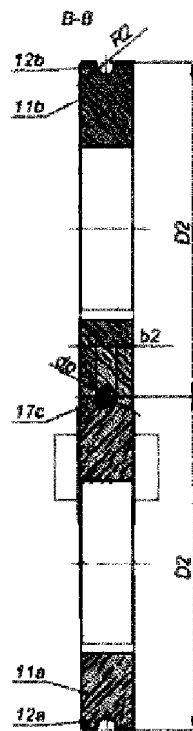


Fig. 7

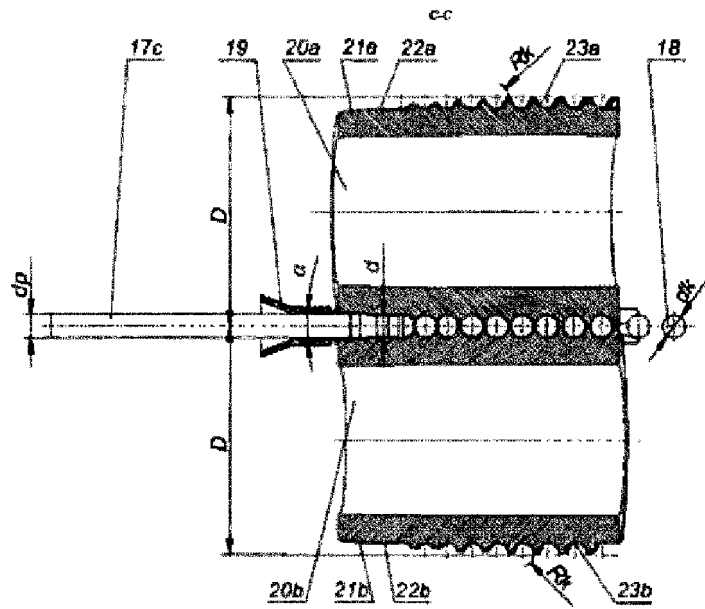


Fig. 8