

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246193 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443853**

(22) Data zgłoszenia: **2023.02.20**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.08.26 BUP 35/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.16 WUP 51/2024**

(51) MKP:

C21D 9/08 (2006.01)

C21D 1/00 (2006.01)

B23K 11/087 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

ZAŁAWA DARIUSZ DAR STAL, Myszków, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

DARIUSZ ZAŁAWA, Myszków, PL

ANDRZEJ ADAMIEC, Sosnowiec, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do wytwarzania rur spawanych ze szwem wzdłużnym obrobionych cieplnie ze stali wielofazowych

PL 246193 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wytwarzania rur spawanych ze szwem wzdłużnym obrobionych cieplnie ze stali wielofazowych.

Proces wytwarzania rur stalowych ze szwem wzdłużnym realizowany jest zwykle na liniach produkcyjnych posiadających szereg, współpracujących ze sobą podzespołów. Rury produkowane są z kręgów taśm o szerokościach wynikających z żądanego do uzyskania wymiaru rury o kształcie okrągłym lub profilowym. Pierwszym podzespołem linii produkcyjnej jest rozwijarka kręgów taśm wsadowych dzięki której, materiał odwijany jest z kręgu i podawany do spawarki łączenia końców kolejnych kręgów taśm. Urządzenie spawające łączy koniec poprzedniego kręgu z początkiem kolejnego kręgu materiału, dzięki czemu uzyskuje się pasmo taśmy w zasadzie „bez końca”. Zastosowanie kolejnego urządzenia, jakim jest akumulator taśm, pozwala na tworzenie i magazynowanie zapasu taśmy w formie zwojów, umożliwiającego zapewnienie ciągłości i nieprzerwalności procesu wytwarzania rur i pracy agregatu zgrzewającego. Taśma z akumulatora kierowana jest przez zestaw rolek prowadzących do układu walców formujących, w którym podlega zwinięciu w rurę szczelinową. Tak uformowana rura szczelinowa przekazywana jest do zespołu zgrzewającego, którego zadaniem jest nagrzanie krawędzi taśmy do temperatury zgrzewania oraz ich dociśnięcie do siebie, aby nastąpiło ich trwałe zgrzanie. Podstawowym urządzeniem układu zgrzewania jest generator wysokiej częstotliwości, którego elementem jest induktor w kształcie cewki – spirali opasującej rurę szczelinową. W zwiniętej z taśmy rurze indukuje się prąd, a wysoka częstotliwość powoduje, że prąd koncentruje się na krawędziach tworzących szczelinę rury. Skoncentrowany w ten sposób prąd elektryczny nagrzewa krawędzie szczeliny do temperatury zgrzewania, co przy równoczesnym dociśnięciu krawędzi taśmy do siebie przy pomocy rolek umożliwia powstanie trwałej zgrzeiny. Podczas zgrzewania, w miejscu styku krawędzi taśmy i tworzenia się trwałego połączenia, nadmiar materiału wyciskany jest na zewnątrz tworząc wypływkę, która usuwana jest zazwyczaj za pomocą suportu z płytkami skrawającymi. Zgrzana rura jest następnie intensywnie chłodzona w wannie do temperatury otoczenia. Ostatnim etapem kształtowania rury jest proces jej kalibrowania poprzez walcowanie w układzie klatek, zwykle dwuwalcowych, na przemian o osiach poziomych i pionowych oraz w układach czterowalcowych, celem uzyskania kołowego lub profilowego (kwadrat, prostokąt, itp.) kształtu wyrobu. Zadaniem tego układu jest także wyprostowanie rury. Po układzie walców kalibrujących i prostujących, rura cięta jest piłą latającą na odcinki o wymaganej długości.

Taki proces technologiczny umożliwia uzyskiwanie rur o właściwościach mechanicznych zbliżonych do właściwości materiału blachy wsadowej. W przypadku wytwarzania rur z typowych niskowęglowych stali konstrukcyjnych, w procesie produkcyjnym następuje niewielkie zwiększenie własności mechanicznych i pogorszenie plastyczności materiału, wynikające z procesu formowania i przekroczenia granicy plastyczności materiału, co jednak zazwyczaj nie stanowi problemu w procesach dalszego przetwarzania czy użytkowania rur. Dla niektórych zastosowań rur, takich jak na przykład rury na przewody do przesyłania gazu lub ropy, stosuje się obróbkę cieplną zgrzewu – wyżarzanie normalizujące po procesie zgrzewania, a przed kalibrowaniem i cięciem rury na odcinki. Przy produkcji rur ze stali o wyższej zawartości węgla (stale średnio węglowe), ze stali narzędziowych, sprężynowych czy stali wielofazowych, a także rur przeznaczonych do dalszej przeróbki plastycznej, stosowana jest niezależna, dodatkowa obróbka cieplna rur poza linią wytwarzania rur zgrzewanych.

Istnieje kilka metod wytwarzania rur ze szwem wzdłużnym różniących się rozwiązaniami konstrukcyjnymi a także stosowanymi źródłami ciepła spawania. Wyróżnia się między innymi spawanie laserowe, spawanie łukowe czy spawanie prądami wysokiej częstotliwości. Aktualnie najbardziej rozpowszechnioną jest technologia wytwarzania rur zgrzewanych wzdłużnie jest zgrzewanie prądami wysokiej częstotliwości, głównie z uwagi na możliwe do stosowania duże szybkości procesu oraz uzyskiwaną dobrą jakość połączenia. Linia technologiczna produkcji rur powinna posiadać podzespoły umożliwiające formowanie taśmy w postać rury szczelinowej, zamknięcie szczeliny poprzez docisk krawędzi taśmy do siebie, ich zgrzanie i uzyskanie profilu rurowego. W następnych operacjach usuwana jest wypływka zewnętrzna oraz niekiedy także wypływka wewnętrzna, które powstają w wyniku wypłynięcia – wypchania nadmiaru materiału w procesie zgrzewania, rurze nadawany jest końcowy, zgodny z oczekiwanymi tolerancjami kształt okrągły lub profilowy, rura cięta jest na odcinki, które są układane i pakowane w wiązki.

Urządzenia do wytwarzania rur stalowych ze szwem ze stali wielofazowych są podobne do urządzeń dla rur ze stali niskowęglowych z tym, że z uwagi na skład chemiczny materiału wielofazowego, podczas zgrzewania taśmy z tego typu stali, po nagraniu jej do temperatury ok. 1400°C, a następnie szybkim ochłodzeniu w układzie zgrzewania i usuwania wypływki zewnętrznej, w zgrzeiny rury tworzy

się struktura martenzytyczna. W konsekwencji uzyskuje się rurę o różnych właściwościach wytrzymałościowych na jej przekroju, a mianowicie, właściwości materiału rury są zbliżone do właściwości materiału wsadowego z wyjątkiem zgrzewu, którego struktura jest twardą i kruchą strukturą martenzytyczną. Duża różnica właściwości mechanicznych na obwodzie rury powoduje występowanie trudności w dalszym przetwórstwie rur gotowych, w aspekcie jej podatności na zginanie czy formowanie. Dlatego uzyskane w procesie zgrzewania rury ze szwem ze stali wielofazowej, stosowane są w odcinkach prostych czy nieznacznie odkształconych lub rury poddawane są dodatkowej obróbce cieplnej. Obróbkę taką przeprowadza się zwykle w rolkowych piecach samotokowych lub piecach komorowych, czy też w urządzeniach łączących operacje na przykład tłoczenia z operacjami grzania i chłodzenia. Przykładami takich zabiegów technologicznych jest znany z europejskiego opisu patentowego EP 3408416 sposób obróbki cieplnej i urządzenie do obróbki cieplnej elementów konstrukcyjnych wykonanych ze stali wielofazowej dla przemysłu samochodowego, według którego proces obróbki prowadzi się w niezależnych urządzeniach do wyżarzania. Rozwiązanie pozwala na uzyskiwanie właściwej struktury, na przykład ferrytyczno bainitycznej, martenzytycznej czy ferrytyczno perlitycznej przy wykorzystaniu dwóch pieców wyposażonych w układy nagrzewania i regulowanego chłodzenia. Innym przykładem jest także urządzenie do obróbki cieplnej rur ze stali dwufazowych – wzór ochronny CN202830089U, według którego proces obróbki cieplnej rur odbywa się w niezależnym urządzeniu produkcyjnym zawierającym sekcję grzewczą, sekcję utrzymania w wysokiej temperaturze, sekcję hartowania, sekcję utrzymania w niskiej temperaturze i sekcję spustową. Znane jest również z opisu patentowego nr CN104772625A urządzenie do wytwarzania rur ze stali o wysokiej wytrzymałości, w tym stali wielofazowych metodą zgrzewania prądami wysokiej częstotliwości. Urządzenie przedstawia nowy sposób budowy układu rolek podzespołu zgrzewającego o wysokiej sztywności i wytrzymałości z możliwością precyzyjnego ustawiania i pozycjonowania rury. Urządzenie zawiera także nowy układ chłodzenia rur wykorzystujący kombinację chłodzenia powietrzem po spawaniu i chłodzenia wodą celem wydłużenia czasu chłodzenia.

Celem wynalazku jest opracowanie urządzenia do wytwarzania rur zgrzewanych ze szwem wzdłużnym ze stali wielofazowych obrobionych cieplnie. Materiałem wsadowym do produkcji rur są kręgi taśm, które zakładane są na rozwijak trzpieniowy. Za rozwijakiem trzpieniowym, znajduje się układ łączenia końców kolejnych kręgów blach oraz spiralny akumulator poziomy do magazynowania taśmy w formie zwojów na czas niezbędny do załadowania nowego kręgu i połączenia jego początku z końcem poprzedniego kręgu dla eliminacji zatrzymywania agregatu zgrzewającego. Za akumulatorem znajduje się rolkowy układ formowania taśmy wsadowej w postać rury szczelinowej. Uformowana rura szczelinowa przekazywana jest do układu walców dociskowych i poddana procesowi zgrzewania indukcyjnego. Podczas zgrzewania, w miejscu styku krawędzi taśmy i tworzenia się trwałego połączenia, nadmiar materiału wyciskany jest na zewnątrz tworząc wypływkę zewnętrzną, która usuwana jest zazwyczaj za pomocą płytek skrawających. Po usunięciu wypływki rurę poddaje się obróbce cieplnej przez dwa zespoły indukcyjnych generatorów grzewczych i systemy chłodzące umożliwiające uzyskiwanie różnych właściwości mechanicznych rur w zależności od gatunku stali. Pierwszy generator indukcyjny umożliwia podgrzanie rury do temperatury przemiany eutektoidalnej, to jest do temperatury ok. 930°C. Następnie układ dysz chłodzących ochładza rurę, a drugi układ kilku generatorów indukcyjnych wygrzewa rurę w zakresie temperatur wyżarzania izotermicznego 500°–650°C w czasie od 10 do 120 sekund, po czym rura jest chłodzona do temperatury otoczenia przez dysze natryskowe i w wannie. Tak otrzymana obrobiona cieplnie rura jest kalibrowana w rolkowych kłatkach kalibrujących i prostujących, a na końcu cięta na odcinki, które formowane są w paczki i pakiety na stołach odbiorczych.

Istotą wynalazku jest zastosowanie po układzie zgrzewania urządzenia do wytwarzania rur spawanych ze szwem wzdłużnym ze stali wielofazowych, podzespołu do obróbki cieplnej rur zawierającego dwa indukcyjne układy generatorów nagrzewających umożliwiające uzyskiwanie różnych właściwości materiału w zależności od gatunku stali oraz układ chłodzenia. Pierwszy generator indukcyjny umożliwia podgrzanie rury do temperatury przemiany eutektoidalnej, a drugi zespół generatorów wygrzewających podgrzewa i wytrzymuje rurę w zakresie temperatur przemian fazowych. Dzięki możliwości zmiany położenia obu układów grzewczych względem siebie oraz możliwości wydłużania lub skracania czasu grzania w drugim układzie nagrzewająco-wygrzewającym, możliwa jest obróbka cieplna rury lub obróbka cieplna jedynie zgrzewu rury, według różnych charakterystyk przebiegów cykli obróbki. Umożliwia to uzyskiwanie po procesie obróbki cieplnej różnych struktur materiału rury, takich jak struktura martenzytu z niewielkimi udziałami struktur ferrytu (stale wielofazowe martenzytyczne), struktury ferrytyczne – bainityczne (stale dwufazowe DP), mieszaniny struktur ferrytycznej, bainitycznej i martenzytycznej (stale wielofazowe typu CP) i innych kombinacji składników strukturalnych stali, w różnych, wzajemnych proporcjach.

Urządzenie według wynalazku jest bliżej wyjaśnione na rysunkach fig. 1 oraz fig. 2, z których fig. 1 przedstawia widok urządzenia do wytwarzania rur ze szwem ze stali wielofazowych obrobionych cieplnie, a fig. 2 przedstawia widok podzespołu urządzenia do obróbki cieplnej. Zgodnie z rysunkiem fig. 1, pierwszym podzespołem urządzenia jest rozwijak trzpieniowy 1, na który zakładany jest krąg taśmy wsadowej o szerokości wynikającej z wymiaru rury. Z rozwijaka 1 taśma podawana jest do układu spawania 2, gdzie dokonywana jest operacja łączenia końców kolejnych kręgów blach. Następnie taśma przekazywana jest do akumulatora 3, a z akumulatora 3, do rolkowego układu formującego 4, w którym w kłatkach walcowych taśma kształtowana jest w rurę szczelinową. Po docięnięciu krawędzi taśmy do siebie, następuje ich nagrzanie i zgrzanie w układzie walców dociskowych i generatora prądów wysokiej częstotliwości 5 z induktorem spiralnym. Po układzie walców dociskowych i zgrzaniu uformowanej taśmy w rurę, usuwana jest wypływka zewnętrzna rury w nożowych suportach skrawających 6. Po wyjściu rury z układu skrawania wypływki zewnętrznej 6, rura nagrzewana jest indukcyjnie do temperatury przemiany eutektoidalnej przez generator 7 wyposażonym w spiralny induktor do obróbki cieplnej rury na całym jej przekroju lub wyposażonym w płaski induktor do obróbki cieplnej jedynie zgrzewu rury. Następnie rura ochładzana przez układ dysz chłodniczych 9, a następnie kolejny raz nagrzewana indukcyjnie i wygrzewana izotermicznie przez zespół generatorów indukcyjnych 8 w zakresie temperatur 500°–650°C. Generatory 8 z induktorami spiralnymi (obróbka całej rury) lub induktorami płaskimi (obróbka zgrzewu rury) wygrzewają rurę w zakresie temperatur 500°–650°C w czasie zależnym od prędkości procesu produkcji rur i odległości induktorów generatorów 7 i 8 od siebie. Umożliwia to wydłużanie lub skracanie czasu przetrzymywania rury w temperaturach 500°–650°C, co pozwala na sterowanie wyborem rodzaju zachodzących przemian strukturalnych. Ostatnim zabiegiem technologicznym obróbki cieplnej rury jest jej chłodzenie dyszami chłodzącymi 9 i w wannie chłodniczej 10 do temperatury otoczenia. Po obróbce cieplnej rura walcowana jest w układzie walców kalibrujących 11, w których nadawany jest ostateczny kształt rury: okrągły lub profilowy, a także przeprowadza się prostowanie rury. Następnie rura cięta jest piłą latającą 12 na krótkie odcinki, które na stołach odbiorczych 13 są pakowane w wiązki i paczki.

Zaletą wynalazku jest opracowanie urządzenia umożliwiającego połączenie technologii wytwarzania rur stalowych ze szwem metodą zgrzewania indukcyjnego z ich równoczesną obróbką cieplną. Pozwala to na wyeliminowanie konieczności przeprowadzania operacji wyżarzania rur ze stali wielofazowych jako odrębnego zabiegu technologicznego. Połączenie procesu zgrzewania rur i jej obróbki cieplnej pozwala także na eliminację wad obróbki cieplnej realizowanej jako odrębnej w piecach, gdyż po wyżarzaniu rur w piecach konieczne jest dodatkowe prostowanie i obcinanie końców rur.

Urządzeniem według wynalazku wykonano partię rur o średnicy zewnętrznej 32 mm i grubości 1,0 mm. Materiałem wsadowym była taśma o szerokości 99 mm ze stali wielofazowej DP (dual phase) z gatunku HCT780X według normy EN 10338. Struktura taśmy wsadowej była strukturą ferrytu o udziale ok. 50%, bainitu o udziale ok. 40% i osnowy martenzytu o udziale ok. 10%. Krąg taśmy wsadowej, po założeniu na trzpień rozwijaka 1 został odwinięty i poprzez spawarkę końców blach 2 i akumulator poziomy 3 podany do układu kłatek formujących 4. Zastosowano prędkość linii 18 m/min. W ośmiu kłatkach formujących 4 o osiach poziomych, taśma wsadowa została uformowana w rurę szczelinową i zgrzana w układzie generatora prądów wysokiej częstotliwości 5, po czym usunięto mechanicznie wypływkę zewnętrzną powstałą z „wyciśniętego” materiału zgrzeiny. Następnie zgrzew rury podgrzewano w generatorze indukcyjnym 7 z płaskim induktorem do temperatury 950°C w czasie 2 sek. Po nagrzaniu rurę chłodzono dwiema dyszami 9 do temperatury 630°C. Do chłodzenia zastosowano emulsję wodno-olejową. Kolejną operacją było nagrzanie rury do temperatury 650°C i wytrzymanie jej w tej temperaturze w czasie 15 sek. w zespole generatorów 8. Zastosowano 3 generatory indukcyjne 8, zasilające 3 płaskie induktory grzewcze. Induktory zostały oddalone od siebie tak, że odległości ich od siebie wynosiły ok. 1000 mm. Po wygrzaniu izotermicznym, rura została chłodzona kolejnymi dyszami chłodzącymi 9 i kąpielą w wannie 10 z emulsją wodno-olejową. Tak obrobiona rura była następnie walcowana w kłatkach kalibrujących 11, w których uzyskano średnicę zewnętrzną 32 mm w tolerancjach $\pm 0,5$ mm. Po pocięciu rury na pile latającej 12 na odcinki o długości 6 m, zostały one uformowane i zapakowane.

Z rur gotowych pobrano próbki do badań mikroskopowych. Badania wykazały, że struktura materiału rury jest strukturą materiału wsadowego, to jest strukturą ferrytu (udział ok. 50% całej objętości), bainitu (ok. 40%) i martenzytu (reszta). Struktura zgrzewu jest strukturą ferrytu o udziale ok. 48%, bainitu (ok. 40%) martenzytu (ok. 12%). Oznacza to wystąpienie, po procesie zgrzewania i obróbki cieplnej, niewielkich różnic pomiędzy strukturą zgrzewu, a pozostałą strukturą materiału na jego obwodzie, ale różnice te nie mają znaczącego wpływu na właściwości użytkowe rur.

Zastrzeżenie patentowe

1. Urządzenie do wytwarzania rur zgrzewanych ze szwem wzdłużnym obrobionych cieplnie ze stali wielofazowych posiadające rozwijak, układ łączenia końców kręgów taśm, akumulator, układ formowania taśmy w postać rury szczelinowej, generator prądów wysokiej częstotliwości, układ skrawania wypływką zewnętrzną, klatki kalibrujące, piłę latającą i układy odbioru rur, **znamiennie tym**, że po układzie usuwania wypływką zewnętrzną (6) znajduje się podzespół do obróbki cieplnej wyposażony w grzewczy generator indukcyjny (7), zespół kilku indukcyjnych generatorów wygrzewających (8) oraz systemy chłodzące w postaci dysz (9) i wanny (10).

Rysunki

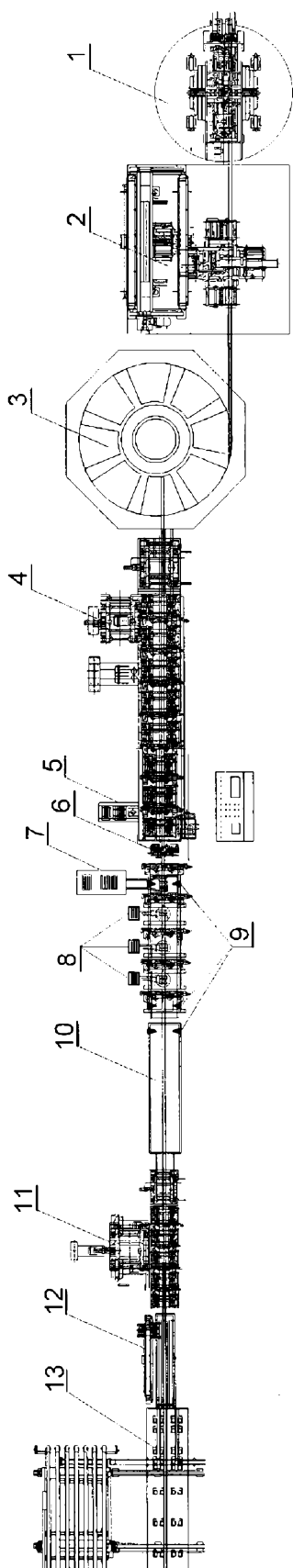


FIG. 1

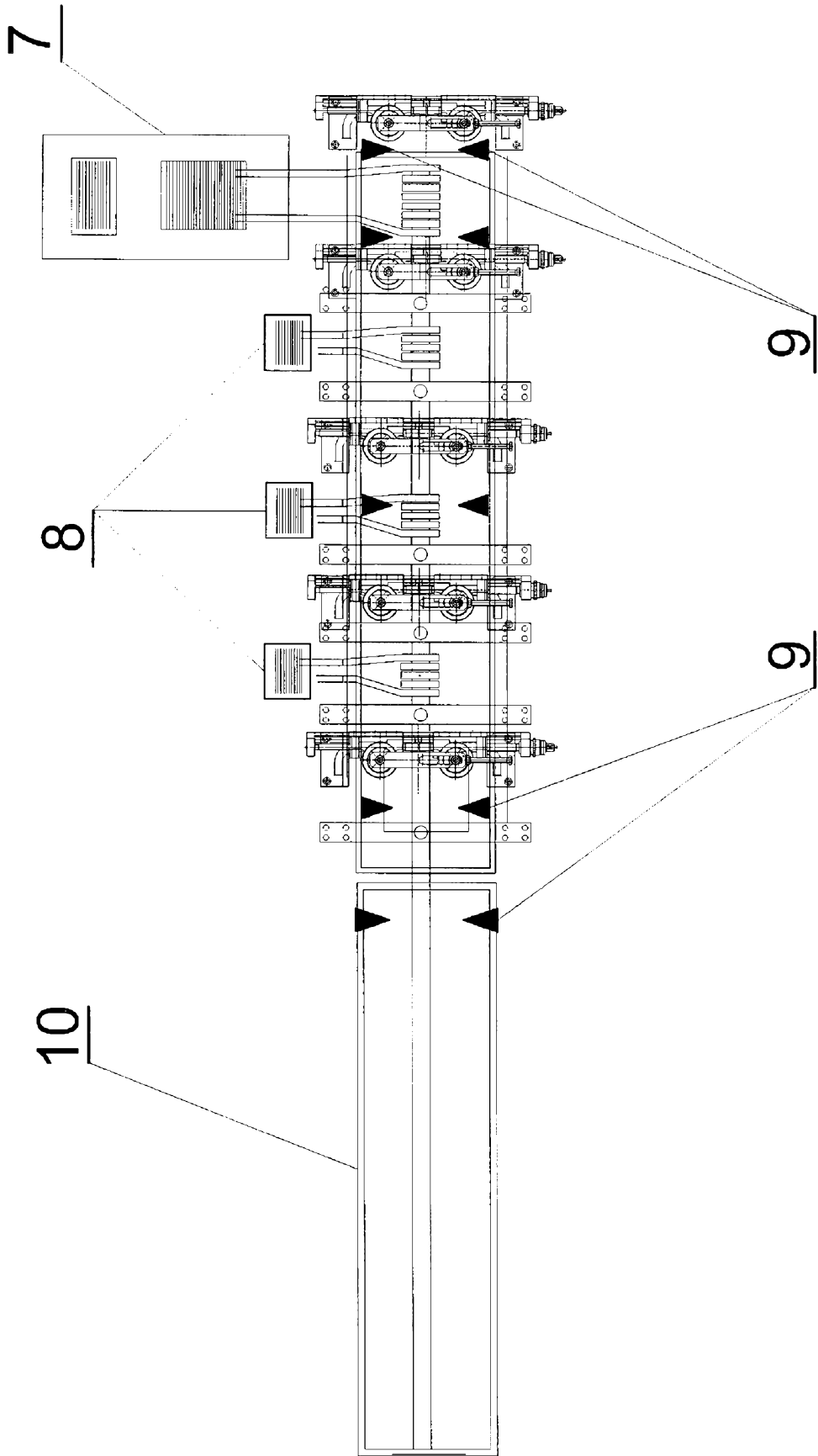


FIG. 2