

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246463 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **433745**

(22) Data zgłoszenia: **2020.04.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.11.02 BUP 31/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.02.03 WUP 05/2025**

(51) MKP:

G01N 3/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT
TECHNOLOGII EKSPLOATACJI, Radom, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**TOMASZ SAMBORSKI, Radom, PL
ANDRZEJ ZBROWSKI, Radom, PL
STANISŁAW KOZIOŁ, Radom, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Bartłomiej Fijałkowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:

**Automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek
metalowych i metoda do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych**

PL 246463 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych i metoda do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych utworzonych przez zgrzewanie oporowe dwóch warstw drutów ułożonych prostopadłe względem siebie. Metoda i urządzenie pozwalają na wykonywanie badań nieniszczących (sprawdzenie, czy połączenie nie ulega zerwaniu pod działaniem zadanej siły) lub badań niszczących (określenie wartości siły niszczącej oraz zależności odkształcenia połączenia od obciążenia). Przedmiot wynalazku pozwala na realizację testów kontrolnych na półwyrobach w postaci arkuszy siatki po operacji zgrzewania oraz powtarzalnych wyrobach gotowych takich jak kompletne panele siatki (np. przęsła ogrodzeniowe).

Znane są stosowane w przemyśle metody sprawdzania wytrzymałości połączeń zgrzewanych prętów siatek wytwarzanych metodą zgrzewania oporowego:

1. Metoda polegająca na przykładaniu siły odrywającej połączone pręty (wywołanie naprężeń normalnych) zgodna z normą PN-M-78230.
2. Metoda polegająca na przykładaniu siły ścinającej połączenie (wywołanie naprężeń stycznych).

Metoda opisana w normie PN-M-78230 dotyczy sprawdzania wytrzymałości połączenia pręta siatki zgrzewanej z ramą stalowej palety skrzyniowej. Metodę tę stosuje się w przemyśle do sprawdzania wytrzymałości połączeń prętów siatki zgrzewanej. Polega ona na wywieraniu za pomocą specjalnie ukształtowanego przyrządu (haka) siły odrywającej połączone ze sobą pręty w miejscu jednej, wybranej zgrzeiny. Siła odrywająca zależy od momentu obrotowego przykładanego do przyrządu przez operatora za pomocą klucza dynamometrycznego. Odpowiednia nastawa klucza (na określoną wartość momentu przy której następuje generowanie sygnału – kliknięcie) pozwala stwierdzić, czy testowana spoina posiada wymaganą wytrzymałość. Sposób przyłożenia obciążenia – w trzech punktach powoduje, że rozkład naprężeń rozciągających w zgrzeinie nie jest równomierny i zależy od jej kształtu. Zależność wartości siły odrywającej od przykładanego momentu siły oraz szybkość narastania siły w czasie są uzależnione od wprawy i doświadczenia operatora.

W metodzie polegającej na wywieraniu siły ścinającej wymagane jest zamocowanie za pomocą odpowiednio ukształtowanego uchwytu próbki pobranej ze sprawdzanej siatki w klasycznej maszynie wytrzymałościowej i pomiarze wartości siły niszczącej zgrzeinę. Metoda wymaga wycięcia z kontrolowanego wyrobu (siatki lub wykonanej z niej konstrukcji) pojedynczego połączenia zgrzewanego wraz z odcinkami połączonych prętów, a więc jego faktycznego zniszczenia. Metoda nadaje się więc bardziej do kontroli technologii zgrzewania na etapie jej wdrażania, niż do kontroli produkcji ze względu na wysokie koszty, niszczący charakter badań, a także czasochłonność.

Nie są znane objęte zgłoszeniami patentowymi lub patentami urządzenia albo sposoby kontroli wytrzymałości połączeń zgrzewanych prętów siatki metalowej, które nie byłyby adaptacją innych, znanych urządzeń i metod. Dlatego dokładność pomiarów zależy od dokładności wykonania przystawek adaptacyjnych oraz także konstrukcji takich adapterów. Wyklucza to z góry możliwość rzetelnego porównania wyników pomiarów wykonanych na potrzeby współpracy z różnymi maszynami wytrzymałościowymi albo dla różnych podmiotów.

Dlatego celem wynalazku było uzyskanie możliwości sprawnego, precyzyjnego badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych prętów siatki metalowej w procesie kontroli jakości wyrobów lub opracowywania technologii zgrzewania.

Automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych zawiera manipulator dwuosiowy, zakończony głowicą pomiarową, przy czym manipulator dwuosiowy przyłączony jest do serwonapędów, jakie są sterowane przez programowalny sterownik elektroniczny, a ruch głowicy pomiarowej odbywa się w płaskim, prostokątnym układzie współrzędnych określającym pole działania manipulatora dwuosiowego, a równoległe do płaszczyzny pracy manipulatora dwuosiowego położona jest siatka.

Manipulator dwuosiowy z głowicą pomiarową i siatka spoczywają na konstrukcji wsporczej, przy czym głowica pomiarowa składa się z tocznego modułu prowadzącego, którego nieruchoma część stanowi jednocześnie nośny element konstrukcyjny głowicy pomiarowej i jest zamocowana na stałe do ruchomego organu manipulatora dwuosiowego, do nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego jest zamocowany od góry mechanizm śrubowo-toczny wraz z napędzającym go serwośil-

nikiem z enkoderem absolutnym i przekazującą ten napęd przekładnią synchroniczną, a do tej samej nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego jest zamocowany od dołu wspornik haka dwuramiennego, na którego dolnym końcu zamocowany jest wahliwie hak dwuramienny zestawiony ze sprężyną.

Ruchomy organ wykonawczy mechanizmu śrubowo-tocznego jest połączony z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego za pomocą czujnika siły zamocowanego na płycie czujnika siły połączonej z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego w górnym jego końcu, a pod hakiem dwuramiennym umieszczona jest dwuczęściowa czołowa powierzchnia elementu obciążającego ruchomego zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczania w nim pręta siatki, jaki to rowek położony jest pod prętem podtrzymywany przez hak dwuramienny.

Korzystnie, gdy do płyty ruchomej części tocznego modułu prowadzącego znajdującej się na jej dolnym końcu jest zamocowany element obciążający ruchomy zaopatrzonego w rolkę łożyskową.

Korzystnie, gdy w pozycji, w której ruchoma część tocznego modułu prowadzącego znajduje się w górnym skrajnym położeniu, hak dwuramienny jest równoległy do powierzchni siatki.

Metoda do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych polega na tym, że w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny ruchu głowicy pomiarowej urządzenia według wynalazku umieszcza się siatkę tak, że węzły – zgrzeiny prętów połączonych równolegle umieszczone są w uprzednio zdefiniowanych punktach współrzędnych, a następnie ustawia się głowicę pomiarową nad kontrolowaną zgrzeiną, po czym przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego ku dołowi, obracając hak dwuramienny naciskając go rolką i wsuwa się ramiona haka dwuramiennego pod położony nad hakiem dwuramiennym pręt siatki w taki sposób, że dolny pręt siatki znajdujący się za hakiem dwuramiennym umieszcza się pomiędzy ramionami haka dwuramiennego, po czym dalej przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego ku dołowi i dociska się dwuczęściową czołową powierzchnię elementu obciążającego ruchomego zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczania w nim pręta siatki położonego pod prętem podtrzymywany przez hak dwuramienny.

Przy czym, korzystnie, gdy wartość siły, z jaką testowana zgrzeina siatki jest obciążana, mierzona jest się za pomocą czujnika siły, a pracą serwosilnika z enkoderem absolutnym steruje się za pomocą zewnętrznego, elektronicznego układu sterującego zadając żądane prędkości odkształcenia poprzez określanie wzajemnego ruchu elementu obciążającego ruchomego i haka dwuramiennego, granicznej wartości siły obciążającej, a także rejestruje się zależności obciążenia zgrzeiny od odkształcenia.

Korzystnie, gdy po wykonaniu pomiaru włącza się ruch powrotny ruchomej części tocznego modułu prowadzącego od powierzchni siatki, co jest realizowane przez mechanizm śrubowo-toczny tak, że wycofuje się hak dwuramienny spod pręta siatki.

Urządzenie musi być wyposażone w zewnętrzny sterownik PLC z kontrolerami ruchu (nie pokazane na rysunku), których zadaniem jest zasilanie serwosilników manipulatora dwuosowego i głowicy pomiarowej, sterowanie ich pracą, odbieranie sygnałów z czujnika siły i enkoderów serwosilników, programowanie przez operatora przebiegu testu oraz obliczanie i wyświetlanie wyników realizowanego testu w formacie zaprogramowanym przez operatora.

Zaletą przedstawionego rozwiązania jest możliwość wykonywania badań nieniszczących (sprawdzenie, czy połączenie nie ulega zerwaniu pod działaniem zadanej siły) lub badań niszczących (określenie wartości siły niszczącej oraz zależności odkształcenia połączenia od obciążenia). Przedmiot wynalazku pozwala na realizację testów kontrolnych na półwyrobach w postaci arkuszy siatki po operacji zgrzewania oraz powtarzalnych płaskich wyrobach gotowych takich jak kompletne panele siatki (np. przęsła ogrodzeniowe).

Metoda nadaje się zwłaszcza do kontroli jakości w seryjnych i masowych procesach produkcyjnych, w których występuje duża powtarzalność wyrobów. Opisane urządzenie kontrolne może być obsługiwane ręcznie (załadunek testowanego obiektu i uruchomienie testu) lub zastosowane w zautomatyzowanej linii produkcyjnej i automatycznie realizować proces testowania wytrzymałości połączeń zgrzewanych zgodnie z zaprogramowaną operacją kontrolną.

Dzięki automatycznemu sterowaniu przebiegiem badania i pomiarom siły przykładanej do badanego połączenia za pomocą precyzyjnego czujnika siły, na wynik pomiaru nie wpływa doświadczenie i umiejętności personelu obsługującego proces technologiczny.

Urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku ukazano na rysunku na którym fig. 1 pokazuje automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych w widoku zewnętrznym, fig. 2 pokazuje głowicę pomiarową, fig. 3 prezentuje elementy robocze głowicy pomiarowej w pozycji ustawczej, fig. 4 pokazuje elementy robocze głowicy pomiarowej w pozycji obciążania połączenia siatki, fig. 5 pokazuje widok przestrzenny elementów roboczych głowicy pomiarowej w pozycji obciążania testowego siatki.

Automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych zawiera manipulator dwuosiowy 2, zakończony głowicą pomiarową 3, przy czym manipulator dwuosiowy 2 przyłączony jest do serwonapędów, jakie są sterowane przez programowalny sterownik elektroniczny, a ruch głowicy pomiarowej 3 odbywa się w płaskim, prostokątnym układzie współrzędnych określającym pole działania manipulatora dwuosiowego 2. Równolegle do płaszczyzny pracy manipulatora dwuosiowego 2 położona jest siatka 1, a manipulator dwuosiowy 2 z głowicą pomiarową 3 i siatka 1 spoczywają na konstrukcji wsporczej, przy czym głowica pomiarowa 3 składa się z tocznego modułu prowadzącego 4, którego nieruchoma część stanowi jednocześnie nośny element konstrukcyjny głowicy pomiarowej 3 i jest zamocowana na stałe do ruchomego organu manipulatora dwuosiowego 2. Do nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 jest zamocowany od góry mechanizm śrubowo-toczny 5 wraz z napędzającym go serwosilnikiem 6 z enkoderem absolutnym i przekazującą ten napęd przekładnią synchroniczną 7, a do tej samej nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 jest zamocowany od dołu wspornik 11 haka dwuramiennego 12, na którego dolnym końcu zamocowany jest wahliwie hak dwuramienny 12 zestawiony ze sprężyną, ruchomy organ wykonawczy mechanizmu śrubowo-tocznego 5 jest połączony z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego 4 za pomocą czujnika siły 9 zamocowanego na płycie 8 czujnika siły 9 połączonej z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego 4 w górnym jego końcu, a pod hakiem dwuramiennym 12 umieszczona jest dwuczęściowa czołowa powierzchnia elementu obciążającego ruchomego 10 zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczania w nim pręta siatki 1, jaki to rowek położony jest pod prętem siatki podtrzymywanym przez hak 12 dwuramienny.

Do płyty ruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 znajdującej się na jej dolnym końcu jest zamocowany element obciążający ruchomy 10 zaopatrzonego w łożyskową rolkę 13, a w pozycji, w której ruchoma część tocznego modułu prowadzącego 4 znajduje się w górnym skrajnym położeniu, hak dwuramienny 12 jest równoległy do powierzchni siatki 1.

Metoda do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych w jakiej w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny ruchu głowicy pomiarowej 3 urządzenia według wynalazku umieszcza się siatkę 1 tak, że węzły – zgrzeiny prętów połączonych równolegle umieszczone są w uprzednio zdefiniowanych punktach współrzędnych, a następnie ustawia się głowicę pomiarową 3 nad kontrolowaną zgrzeiną, po czym przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego 4 ku dołowi, obracając hak dwuramienny 12 naciskającą go rolką łożyskową 13 i wsuwa się ramiona haka dwuramiennego 12 pod położony nad hakiem dwuramiennym 12 pręt siatki 1 w taki sposób, że dolny pręt siatki 1 znajdujący się za hakiem dwuramiennym 12 umieszcza się pomiędzy ramionami haka dwuramiennego 12, po czym dalej przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego 4 ku dołowi i dociska się dwuczęściową czołową powierzchnię elementu obciążającego ruchomego 10 zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczania w nim pręta siatki 1 położonego pod prętem podtrzymywanym przez hak dwuramienny 12.

Wartość siły, z jaką testowana zgrzeina siatki 1 jest obciążana, mierzy się za pomocą czujnika siły 9, a pracą serwosilnika 6 z enkoderem absolutnym steruje się za pomocą zewnętrznego, elektronicznego układu sterującego zadając żądane prędkości odkształcenia poprzez określanie wzajemnego ruchu elementu obciążającego ruchomego 10 i haka dwuramiennego 12, granicznej wartości siły obciążającej, a także rejestruje się zależności obciążenia zgrzeiny od odkształcenia.

Po wykonaniu pomiaru włącza się ruch powrotny ruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 od powierzchni siatki, co jest realizowane przez mechanizm śrubowo-toczny 5 tak, że wycofuje się hak dwuramienny 12 spod pręta siatki 1.

Urządzenie musi być wyposażone w zewnętrzny sterownik PLC z kontrolerami ruchu (nie pokazane na rysunku), których zadaniem jest zasilanie serwosilników manipulatora dwuosiowego 2 i głowicy pomiarowej 3, sterowanie ich pracą, odbieranie sygnałów z czujnika siły 9 i enkoderów serwosilników, programowanie przez operatora przebiegu testu oraz obliczanie i wyświetlanie wyników realizowanego testu w formacie zaprogramowanym przez operatora.

Zaletą przedstawionego rozwiązania jest możliwość wykonywania badań nieniszczących (sprawdzenie, czy połączenie nie ulega zerwaniu pod działaniem zadanej siły) lub badań niszczących (określenie wartości siły niszczącej oraz zależności odkształcenia połączenia od obciążenia). Przedmiot wynalazku pozwala na realizację testów kontrolnych na półwyrobach w postaci arkuszy siatki po operacji zgrzewania oraz powtarzalnych płaskich wyrobach gotowych takich jak kompletne panele siatki (np. przęsła ogrodzeniowe).

Metoda nadaje się zwłaszcza do kontroli jakości w seryjnych i masowych procesach produkcyjnych, w których występuje duża powtarzalność wyrobów. Opisane urządzenie kontrolne może być obsługiwane ręcznie (załadunek testowanego obiektu i uruchomienie testu) lub zastosowane w zautomatyzowanej linii produkcyjnej i automatycznie realizować proces testowania wytrzymałości połączeń zgrzewanych zgodnie z zaprogramowaną operacją kontrolną.

Dzięki automatycznemu sterowaniu przebiegiem badania i pomiarom siły przykładanej do badanego połączenia za pomocą precyzyjnego czujnika siły, na wynik pomiaru nie wpływa doświadczenie i umiejętności personelu obsługującego proces technologiczny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Automatyczne urządzenie do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych **znamiennie tym**, że zawiera manipulator dwuosiowy 2, zakończony głowicą pomiarową 3, przy czym manipulator dwuosiowy 2 przyłączony jest do serwonapędów, jakie są sterowane przez programowalny sterownik elektroniczny, a ruch głowicy pomiarowej 3 odbywa się w płaskim, prostokątnym układzie współrzędnych określającym pole działania manipulatora dwuosiowego 2, a równoległe do płaszczyzny pracy manipulatora dwuosiowego 2 położona jest siatka 1, a manipulator dwuosiowy 2 z głowicą pomiarową 3 i siatka 1 spoczywają na konstrukcji wsporczej, przy czym głowica pomiarowa 3 składa się z tocznego modułu prowadzącego 4, którego nieruchoma część stanowi jednocześnie nośny element konstrukcyjny głowicy pomiarowej 3 i jest zamocowana na stałe do ruchomego organu manipulatora dwuosiowego 2, do nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 jest zamocowany od góry mechanizm śrubowo-toczny 5 wraz z napędzającym go serwosilnikiem 6 z enkoderem absolutnym i przekazującą ten napęd przekładnią synchroniczną 7, a do tej samej nieruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 jest zamocowany od dołu wspornik 11 haka dwuramiennego 12, na którego dolnym końcu zamocowany jest wahliwie hak dwuramienny 12 zestawiony ze sprężyną, ruchomy organ wykonawczy mechanizmu śrubowo-tocznego 5 jest połączony z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego 4 za pomocą czujnika siły 9 zamocowanego na płycie 8 czujnika siły 9 połączonej z ruchomą częścią tocznego modułu prowadzącego 4 w górnym jego końcu, a pod hakiem dwuramiennym 12 umieszczona jest dwuczęściowa czołowa powierzchnia elementu obciążającego ruchomego 10 zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczania w nim pręta siatki 1, jaki to rowek położony jest pod prętem podtrzymywany przez hak dwuramienny 12.
2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że do płyty ruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 znajdującej się na jej dolnym końcu jest zamocowany element obciążający ruchomy 10 zaopatrzonego w łożyskową rolkę 13.
3. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2 **znamiennie tym**, że w pozycji, w której ruchoma część tocznego modułu prowadzącego 4 znajduje się w górnym skrajnym położeniu, hak dwuramienny 12 jest równoległy do powierzchni siatki 1.
4. Metoda do badania wytrzymałości połączeń zgrzewanych siatek metalowych **znamiennie tym**, że w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny ruchu głowicy pomiarowej 3 urządzenia według wynalazku umieszcza się siatkę 1 tak, że węzły – zgrzeiny prętów połączonych równoległe umieszczone są w uprzednio zdefiniowanych punktach współrzędnych, a następnie ustawia się głowicę pomiarową 3 nad kontrolowaną zgrzeiną, po czym przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego 4 ku dołowi, obracając hak dwuramienny 12 naciskając go rolką łożyskową 13 i wsuwa się ramiona haka dwuramiennego 12 pod położony nad hakiem dwuramiennym 12 pręt siatki 1 w taki sposób, że dolny pręt siatki 1 znajdujący się za hakiem dwuramiennym 12 umieszcza się pomiędzy ramionami haka dwuramiennego 12, po

czym dalej przemieszcza się ruchomą część tocznego modułu prowadzącego 4 ku dołowi i dociska się dwuczęściową czołową powierzchnię elementu obciążającego ruchomego 10 zaopatrzonego w V-kształtny rowek do umieszczenia w nim pręta siatki 1 położonego pod prętem podtrzymywany przez hak dwuramienny 12.

5. Metoda według zastrz. 4 **znamienna tym**, że wartość siły, z jaką testowana zgrzeina siatki 1 jest obciążana, mierzy się za pomocą czujnika siły 9, a pracą serwosilnika 6 z enkoderem absolutnym steruje się za pomocą zewnętrznego, elektronicznego układu sterującego zadając żądane prędkości odkształcenia poprzez określanie wzajemnego ruchu elementu obciążającego ruchomego 10 i haka dwuramiennego 12, granicznej wartości siły obciążającej, a także rejestruje się zależności obciążenia zgrzeiny od odkształcenia.
6. Metoda według zastrz. 4 albo 5 **znamienna tym**, że po wykonaniu pomiaru włącza się ruch powrotny ruchomej części tocznego modułu prowadzącego 4 od powierzchni siatki, co jest realizowane przez mechanizm śrubowo-toczny 5 tak, że wycofuje się hak dwuramienny 12 spod pręta siatki 1.

Rysunki

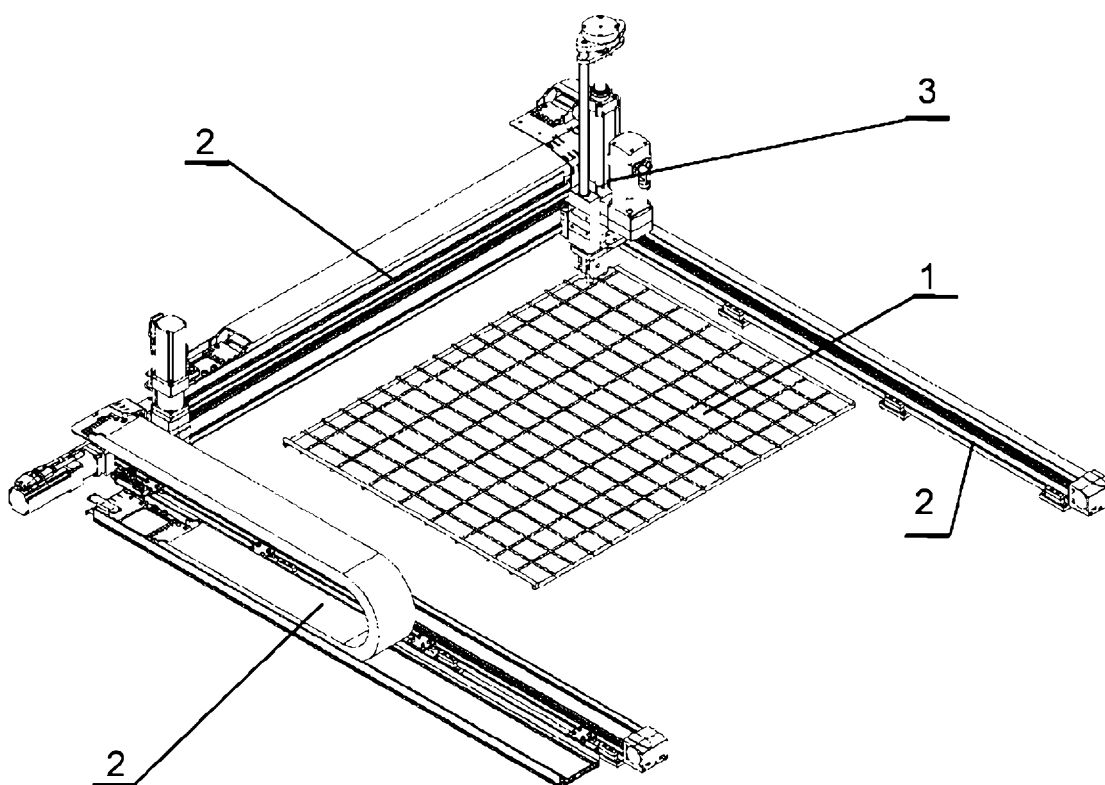


Fig. 1.

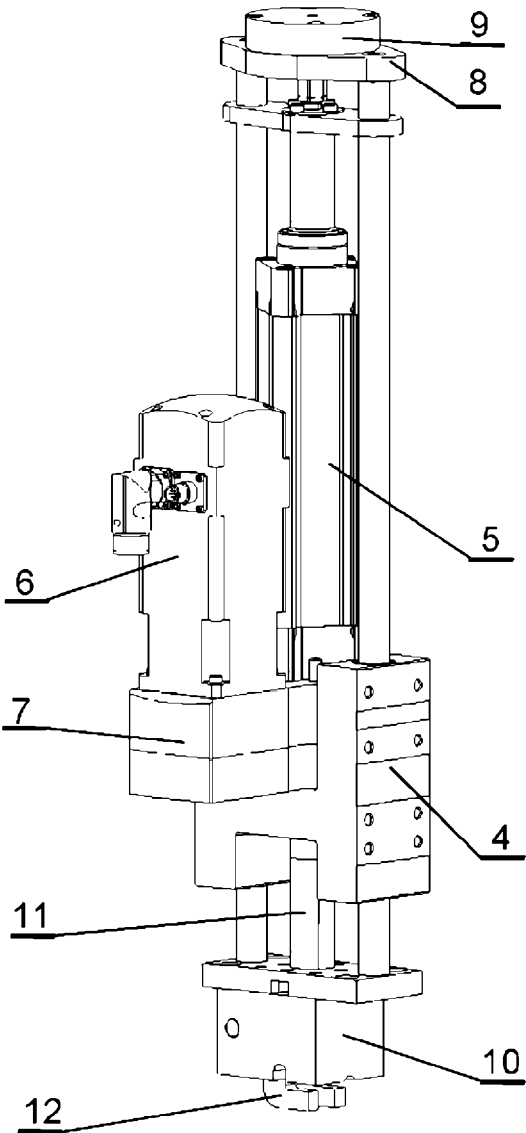


Fig. 2.

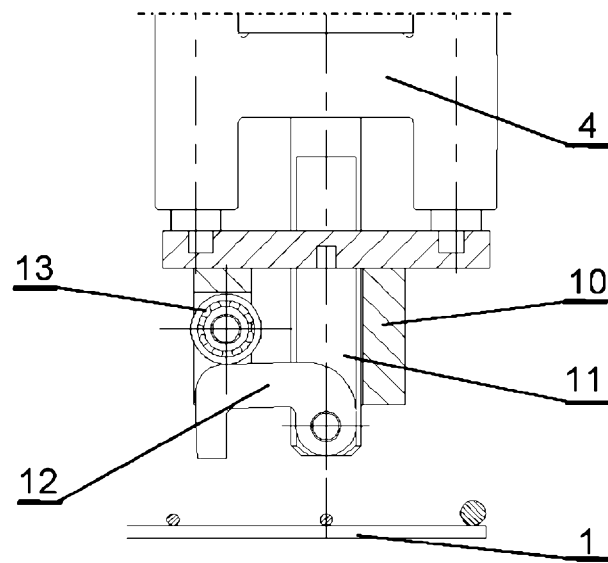


Fig. 3.

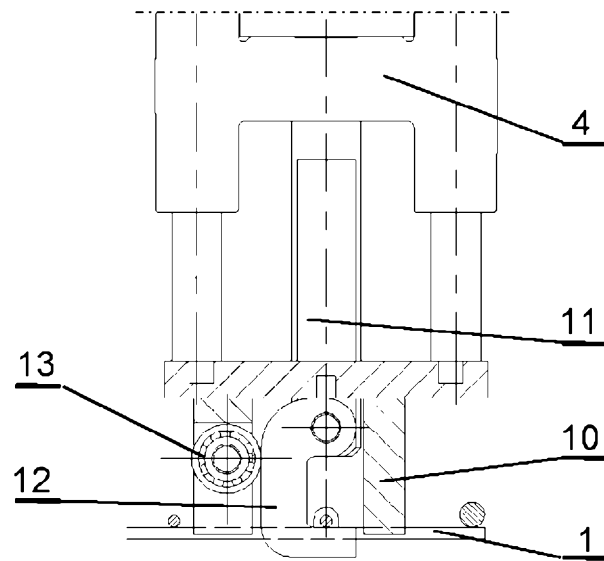


Fig. 4.

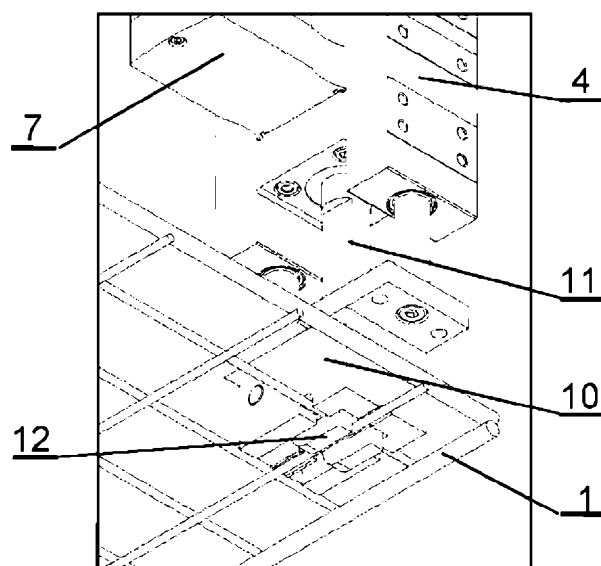


Fig. 5.