RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241285**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431164**

(22) Data zgłoszenia: **16.09.2019**

(51) Int.Cl.
*G01M 17/007 (2006.01)*
*G01M 7/08 (2006.01)*
*G01D 11/02 (2006.01)*

(54) **Stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
**22.03.2021 BUP 06/21**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
**29.08.2022 WUP 35/22**

(73) Uprawniony z patentu:
**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL**
**KIRCHHOFF POLSKA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Mielec, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**PAWEŁ KACZYŃSKI, Wrocław, PL**
**KAROL JAŚKIEWICZ, Wrocław, PL**
**ZBIGNIEW GRONOSTAJSKI, Wrocław, PL**
**SŁAWOMIR POLAK, Nowy Dwór, PL**
**JAKUB KRAWCZYK, Bielawa, PL**
**MATEUSZ SKWARSKI, Kożuchów, PL**
**WŁADYSŁAW CHORZĘPA, Mielec, PL**
**KRZYSZTOF ŚLIZ, Chorzelów, PL**
**SŁAWOMIR UZAR, Malinie, PL**

(74) Pełnomocnik:
**rzecz. pat. Katarzyna Paprzycka**

PL 241285 B1

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych, znajdujące zastosowanie w przemyśle samochodowym.

Znane są znormalizowane rozwiązania trój punktowego gięcia opisane przez instytucje ISO lub ASTM. Na tej bazie, w laboratoriach badawczo-rozwojowych stosowane są różne rozwiązania stanowisk opartych na zasadzie trójpunktowego gięcia dla różnych przekrojów belek i elementów konstrukcyjnych. Większość opisanych stanowisk wykonywana jest na prasach hydraulicznych (quasi-statyczne) lub z użyciem wieży zrzutowej (dynamiczne). Stanowiska takie składają się z równoległych szyn stanowiących prowadnicę dla wózka uderzeniowego na którym znajduje się bijak. Wózek uderzeniowy jest utrzymywany na odpowiedniej wysokości za pomocą specjalnego uchwytu, po zwolnieniu którego zespół wózka z bijakiem opada na próbkę, która zazwyczaj spoczywa swobodnie na dwóch podporach.

Opisane rozwiązanie zaproponowano w [Manufacturing and investigation of steel-CFRP hybrid pillar structures for automotive applications by intrinsie resin transfer moulding technology], w którym profile jednoomegowe o przekroju 65 x 45 mm i długościach wynoszących 350 mm i 423 mm podpierane jest przed dwie nieodkształcalne podpory w kształcie wałków o średnicy 50 mm. Obie podpory zamocowano są na sztywno do podłoża w odległości 275 mm. Badanie polega na zrzucaniu impaktora zakończonego wałkiem o średnicy 50 mm z prędkością 5 m/s, tak iż w momencie zderzenia ma on energię 1270 J. Wadą tego rozwiązania jest brak możliwości zamocowania badanego obiektu do podpór, co skutkuje zwiększoną niedokładnością pomiarową wynikającą z zakłóceń sygnału siły. Dodatkową niedogodnością stanowiska jest brak możliwości zastosowania elementów tłumiących symulujących pochłanianie energii przez przeszkodę.

Z opisu stanowiska do dynamicznych testów słupka B na Uniwersytecie Waterloo w Kanadzie [https://uwaterloo.ca/waterloo-forming-crash-lab/research-areas/crash-testing-and-modelling-structural-components] wynika, że składa się ono z trzech podpór na końcu których na stałe przytwierdzone są wałki. Wszystkie trzy podpory przymocowane są na sztywno do płyty, w odstępach odpowiadających geometrii słupka B. Dwa wałki, usytuowane równolegle do osi głównej słupka B, służą do podparcia dolnej części słupka tzw. stopy, zaś trzeci wałek prostopadle usytuowany do osi słupka B, podpiera środkową część słupka. Słupek B przymocowany jest do stanowiska w pozycji pionowej, a jego deformacja wymuszana jest za pomocą rozpędzanych poziomo sań uderzeniowych, które prowadzone są po szynach. Podczas uderzenia do rejestracji odkształceń zastosowano trzy szybkie fotokomórki, a także wysokiej prędkości kamerę IR. Wadą zastosowanego stanowiska jest brak możliwości zamocowania badanego słupka do podpór. Badany element przylega swobodnie do wałków, przez co nie ma możliwość odtworzenie choćby zbliżonych warunków jakie panują podczas deformacji słupka połączonego ze strukturą nadwozia samochodowego. Dodatkowo stanowisko przeznaczone jest do badania tylko części słupka B a nie jego całości.

Kolejne rozwiązanie znane jest z opisu niezależnej organizacji ds. oceny bezpieczeństwa pojazdów NCAP (*European New Car Assessment Programm*) [https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/side-mobile-barrier/]. Polega ono na uderzeniu w testowany pojazd za pomocą rozpędzonego wózka na którego końcu znajduje się odkształcalna struktura. Wózek o szerokości 1500 mm, wjeżdża z prędkością 50 km/h w boczną część auta, uderzając w środek przednich drzwi. Test taki umożliwia również sprawdzenie jak wytrzymała jest struktura karoserii, pozwalając ocenić deformację słupka B i słupka A oraz działanie poduszek powietrznych. Wadą opisanego rozwiązania jest brak możliwości przeprowadzenia testów na etapie projektowania i prototypowania słupka B, co umożliwiłoby bardzo szybkie wykrycie wad produktu i jego modyfikację jeszcze przed podjęciem decyzji o wdrożeniu do produkcji seryjnej. Kolejną niedogodnością jest konieczność zniszczenia całego auta, co wiąże się z zwiększeniem ceny końcowej finalnego wyrobu jakim jest pojazd samochodowy.

Innym testem zderzenia bocznego, wykonywanym przez jednostki NCAP, jest test uderzenia w trwałą przeszkodę symulującą zderzenie ze słupem. Test polega na usytuowaniu pojazdu samochodowego na ruchomej platformie prostopadle do kierunku jazdy. Samochód jest przesuwany z prędkością 29 km/h, w celu uderzenia bokiem, w nieruchomy wąski element o średnicy 254 mm. Zadaniem nieruchomej przeszkody, jest deformacja bocznej struktury samochodu na wysokości słupka B. Wadą, podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu jest, konieczność niszczenia całego pojazdu.

Kolejnym rozwiązaniem ujawnionym w dokumencie [https://altairatc.com/europe/Presentations_2009/Session_15/VOLKSWAGEN_091104_VWAG_EHTC-2009.pdf] jest badanie słupka B w połączeniu z dolnym i górnym fragmentem karoserii, które umieszcza się w podporach stałych i przesuwnych. Tak zamocowany element jest następnie odkształcany za pomocą poruszającego się w poziomie impaktora składającego się z zestawu obciążników oraz nieodkształcalnego bijaka. Rejestracja odbywa się za pomocą zestawu czujników i szybkiej kamery. Wadą opisanego rozwiązania jest konieczność połączenia słupka B z dolnym i górnym elementem karoserii, co czyni proces badania bardziej czasochłonnym oraz brak połączenia dolnego i górnego element karoserii z resztą nadwozia, co nie pozwala na prawidłowe odwzorowanie sztywności tych elementów.

Celem wynalazku było opracowanie nowego stanowiska do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych, które umożliwia odwzorowanie sztywności struktury pojazdu tak, iż możliwe jest testowanie samego słupka B, bez konieczności jego łączenia z resztą pojazdu. Zaletą tego rozwiązania jest obniżenie kosztów badania słupka B i możliwość jego optymalizacji na etapie prototypu, bez konieczności wytwarzania i niszczenia pojazdu.

Istotą wynalazku jest stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych, w którym bezwładny ciężar na którego końcu zamontowany jest bijak prowadzony jest suwliwie za pomocą łożysk i prowadnic wzdłuż kierunku ruchu, co powoduje odkształcanie słupka B zamocowanego w podporach, które charakteryzuje się tym, iż łożyska zamocowane są w płycie górnej i płycie dolnej, pomiędzy którymi umieszczone są wyprofilowane obciążniki, a czujniki siły umieszczone są pomiędzy bijakiem i płytą dolną, których wzajemna pozycja jest ustalona za pomocą śrub (10) oraz trzpieni pozycjonujących o kulistym końcu.

Korzystnie, gdy słupek B zamocowany jest w podporach za pomocą dzielonych, skręcanych opraw, połączonych za pomocą kołysek z podstawami spoczywającymi na stole teowym, zaś elementy amortyzujące przeciwdziałają obrotowi obu opraw podczas zderzenia.

Korzystnie, gdy bezwładny ciężar napinany jest za pomocą nakrętki i śruby zakończonej stożkiem osadzonym w otworze stożkowym podstawy dolnej.

Korzystnie, gdy obciążniki mają kształt stalowych walców wyposażonych w podtoczenia oraz podcięcia.

Korzystnie, gdy odległość w pionie między parami łożysk wynosi więcej niż 500 mm.

Korzystnie, gdy jako czujniki siły stosuje się trzy udarowe czujniki siły o zakresie max 200 kN.

Korzystnie, gdy zarówno trzpienie jak i czujniki siły są rozmieszczone równomiernie na okręgu, w odstępach co 120°.

Korzystnie, gdy bijak wykonany jest z materiału hartowanego do twardości powyżej 40 HRC.

Korzystnie, gdy powierzchnia podziału dzielonych, skręcanych opraw ma kształt odwzorowujący zewnętrzne powierzchnie głowy i stopy słupka B.

Korzystnie, gdy kołyski połączone są sztywno zarówno w oprawami jaki i podstawami, zaś konstrukcja kołysek pozostawia jeden stopień swobody, tj. wzajemną rotację wokół osi obrotu podzespołów kołysek.

Korzystnie, gdy podpora głowy słupka B i podpora stopy słupka B poruszają się suwliwie wzdłuż stołu teowego, a ich ruch może być ograniczony za pomocą dokręcenia podstaw podpór do stołu teowego.

Korzystnie, gdy elementy amortyzujące mają następującą charakterystykę: siła początkowa potrzebna do ugięcia elementów amortyzujących zawiera się w zakresie 5–20 kN, skok elementów amortyzujących wynosi 40–100 mm, zaś siła końcowa po wykorzystaniu całego skoku elementu amortyzującego zawiera się w przedziale 100–200% wartości siły początkowej.

Korzystnie, gdy stanowisko jest osadzone na staliwnym fundamencie o masie nie mniejszej niż 1000 kg.

Korzystnie, gdy stosunek masy elementów znajdujących się nad czujnikami do masy elementów znajdujących się pod czujnikami jest większy niż 3.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest bliżej w przykładach realizacji nie ograniczając jego zakresu oraz na rysunku na którym:

fig. 1 przedstawia przekrój stanowiska do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych wraz z oznaczeniem kluczowych podzespołów,

fig. 2 przedstawia widok izometryczny stanowiska do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych,

fig. 3 przedstawia przekrój bezwładnego ciężaru stanowiącego część ruchomą stanowiska do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych wraz z oznaczeniem kluczowych podzespołów,

fig. 4 przedstawia widok izometryczny bezwładnego ciężaru stanowiącego część ruchomą stanowiska do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych,

fig. 5 przedstawia widoki izometryczne oraz przekroje obciążników w postaci stalowych walców z podtoczeniem (po lewej) oraz rury (po prawej)

Przykład 1

Stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych, w którym bezwładny ciężar stanowią jak na rys. 3: nakrętka główna 20, śruba główna 17, płyta górna 6, płyta dolna 7 z wykonanymi w niej otworami 18 pasowanymi z trzpieniami pozycjonującymi 11, dwa znajdujące się między płytami dolną 7 i górną 6 obciążniki w kształcie stalowych walców z podtoczeniami 24 zapewniającymi ich pozycjonowanie i podcięciami 23 zapewniającymi ich łatwy montaż i demontaż (jak na rys. 5), trzy wkręcane w bijak 1 trzpienie pozycjonujące 11 o twardości 52 HRC zakończone kulistym końcem, trzy umieszczone między bijakiem 1 i płytą dolną 7 piezoelektryczne, udarowe czujniki siły 9 o zakresie pomiarowym 0–200 kN z możliwością przeciążenia do 150% przez okres 1 ms, szablon 19 z tworzywa sztucznego ułatwiający rozmieszczenie czujników równomiernie po okręgu oraz hartowany bijak 1 w kształcie półwałka o twardości 50 HRC. Całość skręcona jest za pomocą śrub metrycznych 10. Bezwładny ciężar prowadzony jest suwliwie za pomocą mocowanych do płyty górnej i płyty dolnej ośmiu łożysk kulkowych 2 (za prowadzenie każdego z czterech punktów kontaktu z prowadnicami odpowiadają dwa łożyska) o zredukowanym tarciu po pokrytych smarem dwóch prowadnicach mosiężnych 3, które montowane są za pomocą spawania do ramy 22. Masa bezwładnego ciężaru wynosi 175 kg i jest spuszczana z wysokości 2,32 m tak, aby uzyskać energię potencjalną 4 kJ. Słupek B 4 zamocowany jest w podporach 5 składających się z opraw 12, kołysek 13 i podstaw 14 (jak na rys. 1). Oprawy mają konstrukcję dzieloną, a ich połowy są skręcane za pomocą śrub. Powierzchnia podziału została wyfrezowana za pomocą obróbki CNC tak, że kształt wewnętrzny obu połówek opraw odwzorowuje kształt zewnętrznych powierzchni głowy i stopy słupka B. Kołyski składają się z dwóch części połączonych tak, że możliwy jest jedynie ich wzajemny obrót. Są one przykręcone do opraw 12 i podstaw 14. Podstawy podpór 14 wyposażone są w pryzmatyczne prowadnice, które pasują suwliwie do rowków teowych stołu teowego 15. Takie prowadzenie pozwala na suwliwe poruszanie się podpór 5 względem stołu teowego 15. Spadająca masa wymusza zginanie słupka B 4 i powoduje obrót kołyski stopy oraz kołyski głowy. Ruchowi temu przeciwdziała sprężyna gazowa 16 o sile wstępnej 10 kN, skoku 63 mm i sile końcowej 16 kN.

Przykład 2

Stanowisko jak w przykładzie 1 z tą różnicą, że ruch podstawy stopy zostaje ograniczony poprzez jej dokręcenie nakrętkami teowymi do rowków stołu teowego 15.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Stanowisko do badania energochłonności słupków B pojazdów kołowych, w którym bezwładny ciężar na którego końcu zamontowany jest bijak (1) prowadzony jest suwliwie za pomocą łożysk (2) i prowadnic (3) wzdłuż kierunku ruchu, co powoduje odkształcanie słupka B (4) zamocowanego w podporach (5) **znamienne tym**, że łożyska (2) zamocowane są w płycie górnej (6) i płycie dolnej (7), pomiędzy którymi umieszczone są wyprofilowane obciążniki (8), a czujniki siły (9) umieszczone są pomiędzy bijakiem (1) i płytą dolną (7), których wzajemna pozycja jest ustalona za pomocą śrub (10) oraz trzpieni pozycjonujących (11) o kulistym końcu.
2. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że słupek B (4) zamocowany jest w podporach (5) za pomocą dzielonych, skręcanych opraw (12), połączonych za pomocą kołysek (13) z podstawami (14) spoczywającymi na stole teowym (15), zaś elementy amortyzujące (16) przeciwdziałają obrotowi obu opraw (12) podczas zderzenia.
3. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że bezwładny ciężar napinany jest za pomocą nakrętki (20) i śruby (17) zakończonej stożkiem osadzonym w otworze stożkowym podstawy dolnej (7).

4. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że obciążniki (8) mają kształt stalowych walców wyposażonych w podtoczenia (24) oraz podcięcia (23).
5. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że odległość w pionie między parami łożysk (2) wynosi więcej niż 500 mm.
6. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że jako czujniki siły (9) stosuje się trzy udarowe czujniki siły (9) o zakresie max 200 kN.
7. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że zarówno trzpienie (11) jak i czujniki siły (9) są rozmieszczone równomiernie na okręgu, w odstępach co 120°.
8. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że bijak (1) wykonany jest z materiału hartowanego do twardości powyżej 40 HRC.
9. Stanowisko według zastrz. 2 **znamienne tym**, że powierzchnia podziału dzielonych, skręcanych opraw (12) ma kształt odwzorowujący zewnętrzne powierzchnie głowy i stopy słupka B (4).
10. Stanowisko według zastrz. 2, **znamienne tym**, że kołyski (13) połączone są sztywno zarówno w oprawami (12) jaki i podstawami (14), zaś konstrukcja kołysek (13) pozostawia jeden stopień swobody, tj. wzajemną rotację wokół osi obrotu podzespołów kołysek (13).
11. Stanowisko według zastrz. 2, **znamienne tym**, że podpora (5) głowy słupka B i podpora (5) stopy słupka B poruszają się suwliwie wzdłuż stołu teowego (15), a ich ruch może być ograniczony za pomocą dokręcenia podstaw (14) podpór (5) do stołu teowego (15).
12. Stanowisko według zastrz. 2, **znamienne tym**, że elementy amortyzujące (16) mają następującą charakterystykę: siła początkowa potrzebna do ugięcia elementów amortyzujących zawiera się w zakresie 5–20 kN, skok elementów amortyzujących wynosi 40–100 mm, zaś siła końcowa po wykorzystaniu całego skoku elementu amortyzującego zawiera się w przedziale 100–200% wartości siły początkowej.
13. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że jest ono osadzone na staliwnym fundamencie (21) o masie nie mniejszej niż 1000 kg.
14. Stanowisko według zastrz. 1, **znamienne tym**, że stosunek masy elementów (7, 18, 8, 6, 17, 20) znajdujących się nad czujnikami (9) do masy elementów (1, 11, 10, 19) znajdujących się pod czujnikami (9) jest większy niż 3.

## Rysunki

F

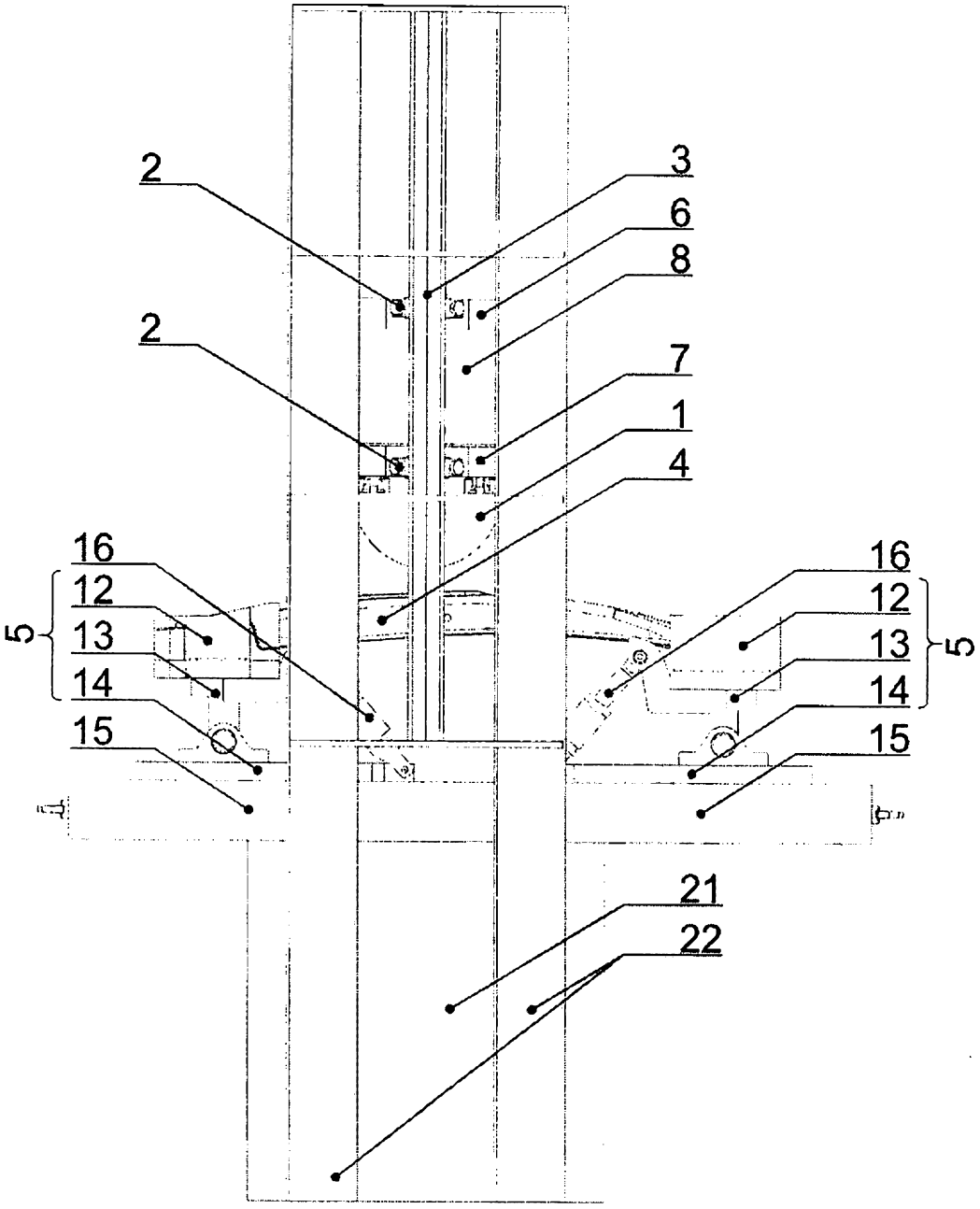


Fig. 1

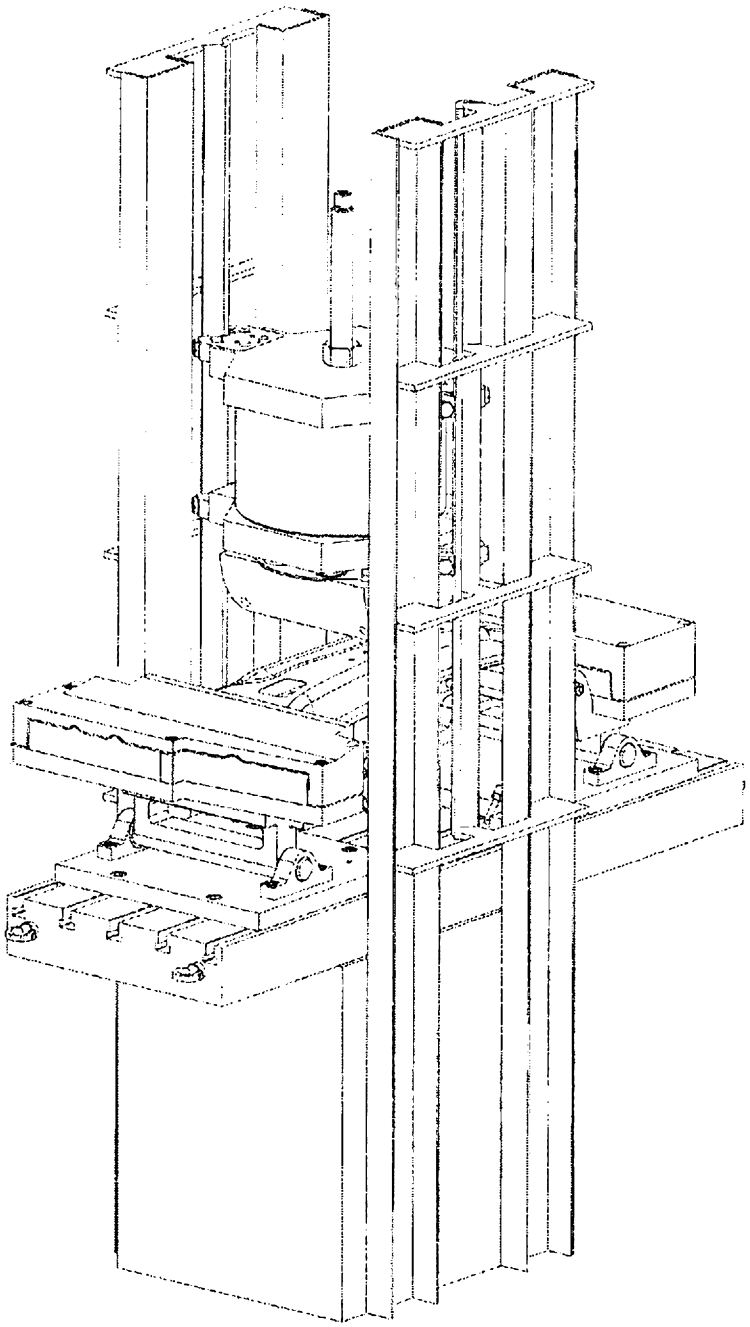

Fig. 2

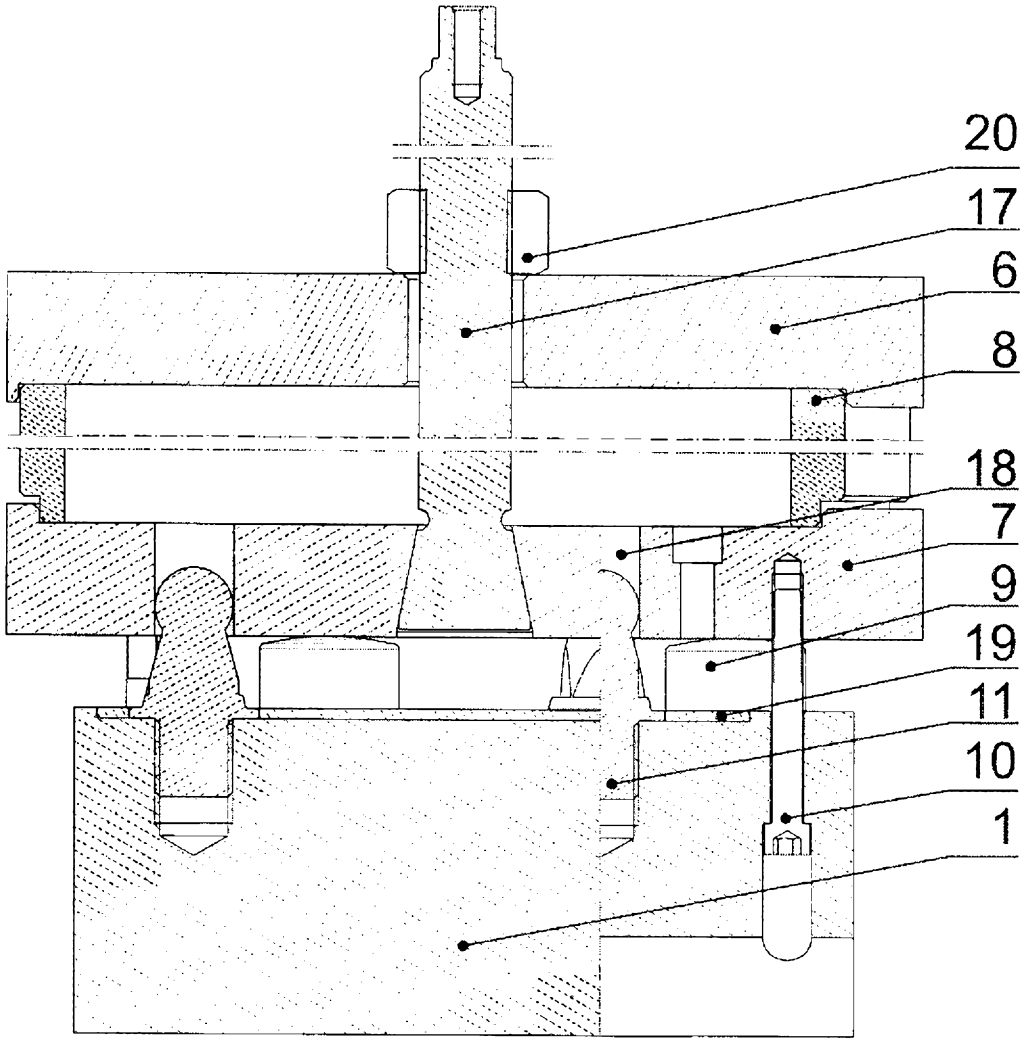


Fig. 3

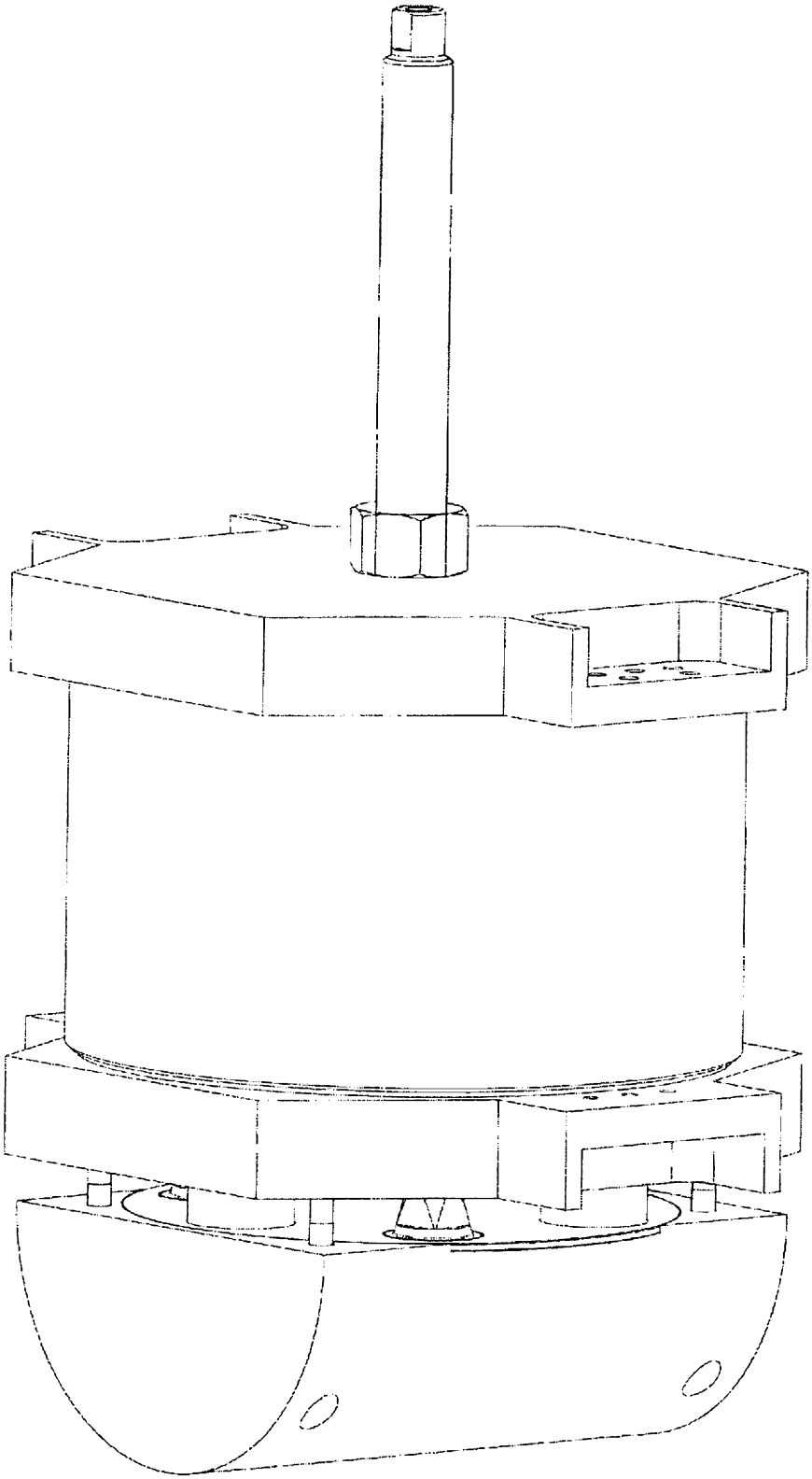

Fig. 4

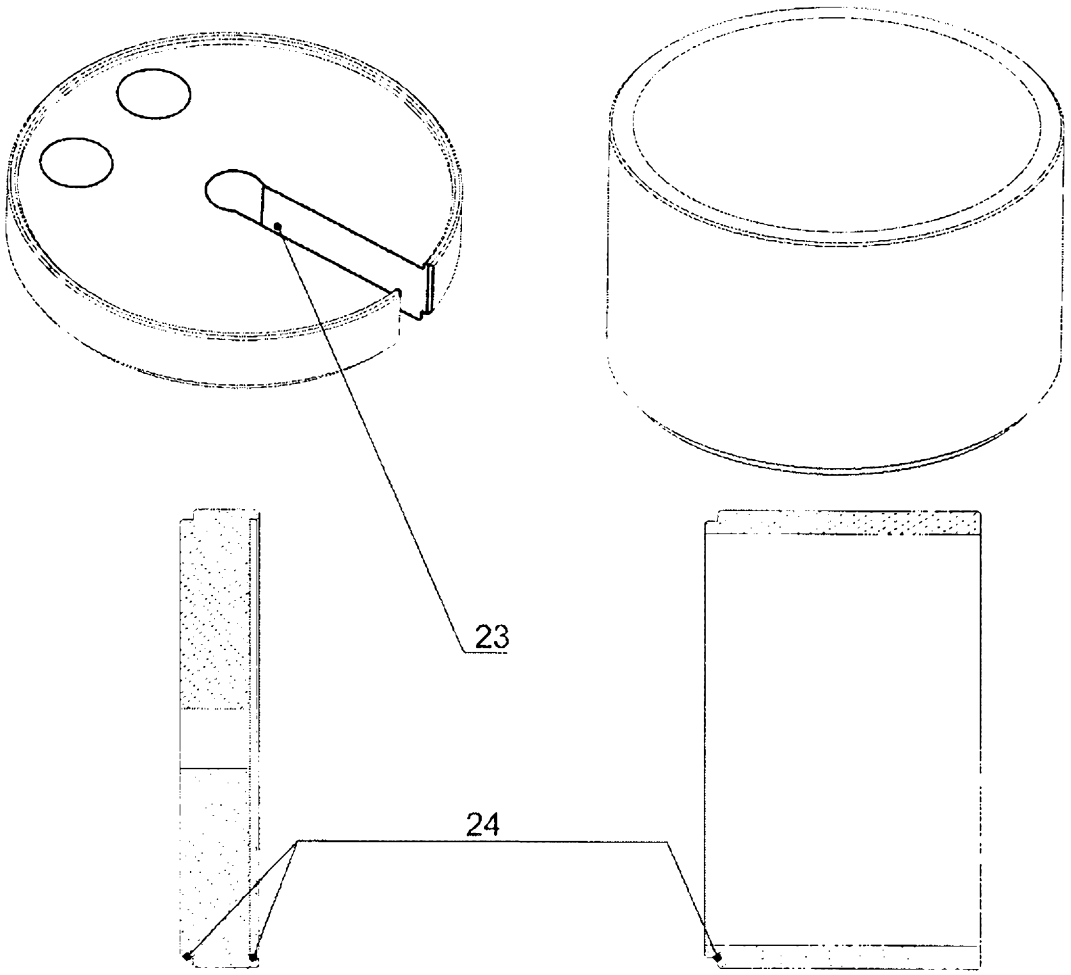


Fig. 5