

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240576**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **438838**

(22) Data zgłoszenia: **30.08.2021**

(51) Int.Cl.

G01M 7/02 (2006.01)

B25B 5/10 (2006.01)

(54) **Uchwyt do mocowania belek o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie
na wzбудniku elektromechanicznym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.02.2022 BUP 07/22

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

02.05.2022 WUP 18/22

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ŁUKASZ KŁODA, Lublin, PL

ZOFIA SZMIT, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 240576 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do mocowania belek o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym pod dowolnym kątem zaklinowania względem kierunku wymuszania oraz różnymi warunkami bezwładnościowymi w orientacji wymuszenia pionowego.

Obecnie znane prace naukowe poruszające tematykę dynamiki belek swobodnie podpartych w warunkach brzegowych typu zawias lub kącie zaklinowania belki można znaleźć w badaniach:

- Araumi, N., Yabuno, H., 2017. Cubic-quintic nonlinear parametric resonance of a simply supported beam. *Nonlinear Dynamics* 90, 549– 560. doi: 10.1007/s11071-017-3680-1.
- Kloda, L., Lenci, S., Warminski, J., 2018. Nonlinear dynamics of a planar beam-spring system: analytical and numerical approaches. *Nonlinear Dynamics* 94, 1721–1738. doi: 10.1007/s11071-018-4452-2.
- Kloda, L., Lenci, S., Warminski, J., 2020a. Hardening vs. softening dichotomy of a hinged-simply supported beam with one end axial linear spring: Experimental and numerical studies. *International Journal of Mechanical Sciences* 178, 105588. doi: 10.1016/j.ijmecsci.2020. 105588.
- Lenci, S., Clementi, F., 2018. Axial-transversal coupling in the nonlinear dynamics of a beam with an inclined roller. *International Journal of Mechanical Sciences* 144, 490–501. doi: 10.1016/j.ijmecsci. 2018.06.007.
- Lenci, S., Clementi, F., Rega, G., 2016. A comprehensive analysis of hardening/softening behaviour of shearable planar beams with whatever axial boundary constraint. *Meccanica* 51, 2589–2606. doi: 10.1007/s11012-016-0374-6.
- Mojahed, A., Liu, Y., Bergman, L. A., Vakakis, A. F., 2021. Modal energy exchanges in an impulsively loaded beam with a geometrically nonlinear boundary condition: computation and experiment. *Nonlinear Dynamics* 103, 3443–3463. doi: 10.1007/s11071-020-06156-7.
- Nguyen, D. K., Tran, T. T., Pham, V. N., Le, N. A. T., 2021. Dynamic analysis of an inclined sandwich beam with bidirectional functionally graded face sheets under a moving mass. *European Journal of Mechanics – A/Solids* 88, 104276. doi: 10.1016/j.euromechsol.2021.104276.
- Reddy, R. S., Panda, S., Gupta, A., 2020. Nonlinear dynamics of an inclined pipe conveying pulsatile hot fluid. *International Journal of Non-Linear Mechanics* 118, 103276. doi: 10.1016/j.ijnonlinmec. 2019.103276.
- Tene, Y., Epstein, M., Sheinman, I., 1975. Dynamics of curved beams involving shear deformation. *International Journal of Solids and Structures* 11, 827–840. doi: 10.1016/0020–7683(75)90005-0.
- Yang, D. S., Wang, C. M., Yau, J. D., 2020. Dynamic stability and response of inclined beams under moving mass and follower force. *International Journal of Structural Stability and Dynamics* 20, 2043004. doi: 10.1142/S021945542043004X.
- Zulli, D., Alaggio, R., Benedettini, F., 2009. Non-linear dynamics of curved beams, part 1: Formulation. *International Journal of NonLinear Mechanics* 44, 623–629. doi: 10.1016/j.ijnonlinmec.2009.02.014.

Badania te są oparte na rozważaniach czysto analitycznych i numerycznych, natomiast w przypadku pomiarów eksperymentalnych ograniczono się do badań z wymuszeniem parametrycznym (wzdłuż belki) i kinematycznym (poziomo w poprzek belki) z ruchomym jednym końcem lub warunkom brzegowym typu zacisk. Ponadto w obydwu przypadkach do ruchu jest zaangażowana relatywnie bardzo duża masa stołu ślizgowego, która znacznie ogranicza zakres wymuszenia ze względu na dopuszczalną moc wzbudnika elektromechanicznego.

Celem wynalazku jest możliwość mocowania próbki w warunkach brzegowych zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym z możliwością regulacji jej długości, kąta nachylenia przegubów względem podstawy oraz masie i masowych momentach bezwładności na jej końcach.

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do mocowania belek wstępnie prostych lub zakrzywionych na wzbudniku elektromechanicznym o regulowanej długości i kącie zaklinowania próbki względem podłoża jak również masy i masowych momentów brzegowych na jej końcu.

Jego istotą jest to, że składa się z dwóch par płyt mocujących, które są ułożone do siebie parami równolegle i zamocowane są rozłącznie do uchwytu wzbudnika. Pomiedzy parami płyt mocujących znajdują się tuleje dystansujące oraz w pierwszej parze płyt znajduje się pierwszy otwór przelotowy z zamocowanym w nim pierwszym łożyskiem. W parze pierwszych łożysk zamocowane są końce pierwszego wałka zaciskającego z rowkiem równoległym do osi wałka, w którego podstawie znajdują się otwory

montażowe z wkręconymi w nie śrubami, na których osadzona jest pierwsza blacha dociskająca. W pierwszym otworze drugiej pary płyt mocujących włożona jest dwoma końcami kołyska. Śruby ustalające przechodzą przez drugie otwory płyty mocującej oraz otwory ustalające kąt i regulują jej kąt nachylenia kołyski. Śruby zaciskowe znajdują się w otworach przelotowych blachy dociskowej i w otworach zaciskowych, blokując przemieszczenie i obrót kołyski. Na kołysce z wykorzystaniem otworów zamontowana jest para prowadnic liniowych składających się z szyny i wózka. Na parze wózków zamontowana jest rozłącznie para uszu z osadzoną w nich drugą parą łożysk. Tudzież w parze drugich łożysk zamocowane są końce drugiego wałka zaciskającego z rowkiem, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe z wkręconymi w nie śrubami, na których osadzona jest trzecia blacha dociskająca.

Opcjonalnie

- w pierwszym wałku zaciskającym 4 znajdują się pierwsze otwory montażowe masy.
- w uchu znajdują się drugie otwory montażowe masy.
- w drugim wałku zaciskającym znajdują się trzecie otwory montażowe masy.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że jego konstrukcja pozwala na montaż próbki w postaci belki (prostej lub wstępnie zakrzywionej) o dowolnej długości pod dowolnym kątem nachylenia względem płaszczyzny podstawy wzbudnika oraz nastawnym masowym momencie bezwładności ruchomych uchwytów. Podczas drgań harmoniczných układu, badany element w postaci belki i czujniki przyspieszeń analizujące jej ruch, poruszają się jednocześnie wraz z całą konstrukcją, umożliwiając tym samym pomiar bezwzględnych przemieszczeń belki oraz nieliniową dynamikę odpowiedzi kompleksowego układu mechanicznego. Konstrukcja taka pozwala dokonać pomiarów względnych badanych elementów, a korelując czujnik kontrolny zamontowany na podstawie (w ruchomym układzie odniesienia) z czujnikiem pomiarowym na belce, pomiar deformacji względnej.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1 – widok izometryczny z góry uchwytu,

Fig. 2 – widok z góry uchwytu

Fig. 2a – przekrój uchwytu podpory przesuwnej wzdłuż linii A-A z fig 2,

Fig. 3 – widok z góry mocowania pierwszego wałka zaciskowego,

Fig. 3a – przekrój mocowania wałka zaciskowego wzdłuż linii B-B z fig 5,

Fig. 4 – widok izometryczny z góry kołyski

Fig. 5 – widok izometryczny z góry ucha

Fig. 6 – widok z góry mocowania drugiego wałka zaciskowego,

Fig. 6a – przekrój mocowania wałka zaciskowego wzdłuż linii C-C z fig 6,

Fig. 7 – widok izometryczny od góry uchwytu w rozstrzeleniu.

Uchwyt do mocowania belek lub płyt o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym w przykładzie wykonania składa się z dwóch par płyt mocujących 1, które są ułożone do siebie równolegle parami i zamocowane są rozłącznie do uchwytu wzbudnika. Pomiędzy parami płyt mocujących 1 znajdują się tuleje dystansujące 2 oraz w pierwszej parze z płyt 1 znajduje się pierwszy otwór 1.1 przelotowy z zamocowanym w nim pierwszym łożyskiem 3. W parach pierwszych łożysk 3 zamocowane są końce pierwszego wałka zaciskającego 4 z rowkiem do osi wałka 4.1, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe 4.2 z wkręconymi w nie śrubami 5, na których osadzona jest pierwsza blacha dociskająca 6.1. W pierwszym otworze 1.1 drugiej pary płyt mocujących 1 zamocowana jest kołyska 7. Kołyska 7 połączona jest rozłącznie z drugą parą płyt mocujących 1 poprzez śruby ustalające kąt pochyleń 8, które są osadzone w drugim otworze przelotowym płyty mocującej 1.2 i otworze ustalającym kąt kołyski 7.1 oraz w otworach kołyski 7.2 zamontowane są śruby zaciskowe 9 z osadzonymi na nich blachami dociskowymi 10. Na kołysce 7 z wykorzystaniem otworów 7.3 zamontowana jest rozłącznie para prowadnic liniowych 11. Na parze prowadnic liniowych 11 jest przytwierdzona rozłącznie para uszu 12 z osadzoną w ich otworach przelotowych 12.1 drugą parą łożysk 13. W parach drugich łożysk 13 zamocowane są końce drugiego wałka zaciskowego 14 z rowkiem równoległym do osi wałka 14.1, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe 14.2 z wkręconymi w nie śrubami 15, na których osadzona jest druga blacha dociskająca 6.2.

Dodatkowo w pierwszym wałku zaciskającym 4 i drugim wałku zaciskającym 14 znajdują się odpowiednio pierwsze otwory montażowe 4.3 masy i trzecie otwory montażowe 14.3 masy odpowiadające

za regulację masowego momentu bezwładności. Pierwsze otwory montażowe 4.3 masy pierwszego wałka 4 lub trzecie otwory montażowe 14.3 masy drugiego wałka 14 mogą być wykorzystane do zmiany sztywności skrętnej przegubu względem oryginalnego układu bez sprężyny. W uszach 12 znajdują się drugie otwory montażowe 12.3 masy odpowiadające za regulację ruchomego translacyjnie końca próbki. Drugie otwory montażowe 12.3 masy mogą być wykorzystane do:

- zmiany sztywności wzdłużnej warunku brzegowego względem oryginalnego układu bez sprężyny,
- montażu sprężyny powodującej wstępne naprężenia ściskające w próbce lub wyboczenie belki,
- montażu sprężyny powodującej wstępne naprężenia rozciągające belki.

Mocowanie i badanie belek lub płyt typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym o regulowanej długości, kącie nachylenia do podłoża i masowym momencie bezwładności na końcach z zastosowaniem wynalazku polega na tym, że pierwszą parę płyt mocujących 1 z włożonymi tulejami dystansującymi 2, pierwszymi łożyskami 3 i pierwszym wałkiem 4 montuje się do uchwytu wzbudnika elektromechanicznego za pomocą śrub. W dalszej kolejności przykręca się za pomocą zestawu śrub do uchwytu wzbudnika elektromechanicznego w odpowiedniej względem siebie odległości drugą parę płyt mocujących 1 z włożonymi tulejami dystansującymi 2 i kołyską 3. Następnie kąt nachylenia kołyski jest ustalony za pomocą śrub ustalających 8 oraz śruby zaciskowych 9 współpracujących z blachami zaciskowymi 10. Następnie zestaw złożonych pary prowadnic 11, pary uszu 12, pary drugich łożysk 13 oraz drugiego wałka 14 są montowane za pomocą śrub i nakrętek do siebie, a w dalszej kolejności do kołyski 7.

W ostatnim etapie umiejscawia się belkę w rowku wałka 4.1 z zaciskiem poprzez zamocowanie pierwszej blachy zaciskowej 6.1 i śrub 5 włożonych w otwory montażowe wałka 4.2, a w dalszej kolejności, wykorzystując pierwsze otwory montażowe 4.3 masy i trzecie otwory montażowe 14.3 masy dopasowuje się masowy moment bezwładności końców badanego układu oraz wykorzystując drugie otwory montażowe 12.3 masy dopasowuje się ruchomą masę na końcu belki. Ostatnim wariantem jest możliwość zmiany kąta nachylenia kołyski współpracującej z prowadnicą liniową 11, parą uszu 12, drugim kompletem łożysk 13 i drugim wałkiem zaciskowym 14, bez ich rozbierania poprzez regulację śrub ustalających kąt pochylenia 8 i śrub zaciskowych 9.

Wykaz oznaczeń:

1. Płyta mocująca
 - 1.1. Pierwszy otwór przelotowy
 - 1.2. Drugie otwory przelotowe ustalające kąt
2. Tuleja dystansująca
3. Pierwsze łożysko
4. Pierwszy wałek
 - 4.1. Rowek na belkę
 - 4.2. Otwory montażowe belki
 - 4.3. Pierwsze otwory montażowe masy
5. Śruby zaciskowe do wałka pierwszego
6. Blacha dociskająca
 - 6.1 Pierwsza blacha dociskająca
 - 6.2 Druga blacha dociskająca
7. Kołyska
 - 7.1. Otwory ustalające kąt
 - 7.2. Otwory zaciskające
 - 7.3. Otwory montażowe
8. Śruby ustalające do kołyski
9. Śruby zaciskowe kołyskę
10. blacha dociskowa
11. Prowadnica liniowa
 - 11.1. Szyna
 - 11.2. Wózek
12. Ucho
 - 12.1. Otwór przelotowy
 - 12.2. Otwory montażowe prowadnicę liniową
 - 12.3. Drugie otwory montażowe masy
13. Drugie łożysko

14. Drugi wałek
 - 14.1. Rowek na belkę
 - 14.2. Otwory montażowe belki
 - 14.3. Trzecie otwory montażowe masy
15. Śruby zaciskowe do drugiego wałka

Zastrzeżenia patentowe

1. Uchwyt do mocowania belek o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym **znamienny tym**, że składa się z dwóch par płyt mocujących (1), które są ułożone do siebie parami równolegle i zamocowane są rozłącznie do uchwytu wzbudnika, **zaś** pomiędzy parami płyt mocujących (1) znajdują się tuleje dystansujące (2) oraz w pierwszej parze płyt (1) znajduje się pierwszy otwór (1.1) przelotowy z zamocowanym w nim pierwszym łożyskiem (3), **natomiast** w parze pierwszych łożysk (3) zamocowane są końce pierwszego wałka zaciskającego (4) z rowkiem równoległym do osi wałka (4.1), w którego podstawie znajdują się otwory montażowe (4.2) z wkręconymi w nie śrubami (5), na których osadzona jest pierwsza blacha dociskająca (6.1), **przy czym** w pierwszym otworze (1.1) drugiej pary płyt mocujących 1 włożona jest dwoma końcami kołyska (7), **natomiast** śruby ustalające (8) przechodzą przez drugie otwory płyty mocującej (1.2) oraz otwory ustalające kąt (7.1) i regulują jej kąt nachylenia kołyski (7), **zaś** śruby zaciskowe (9) znajdują się w otworach przelotowych blachy dociskowej (10) i w otworach zaciskowych (7.2), blokując przemieszczenie i obrót kołyski (7), **natomiast** na kołysce (7) z wykorzystaniem otworów (7.3) zamontowana jest para przewodnic liniowych (11) składających się z szyny (11.1) i wózka (11.2), **zaś** na parze wózków zamontowana jest rozłącznie para uszu (12) z osadzoną w nich drugą parą łożysk (13), **tudzież** w parze drugich łożysk (13) zamocowane są końce drugiego wałka zaciskającego (14) z rowkiem równoległym do osi wałka (14.1), w którego podstawie znajdują się otwory montażowe (14.2) z wkręconymi w nie śrubami (15), na których osadzona jest druga blacha dociskająca (6.2).
2. Uchwyt według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w pierwszym wałku zaciskającym (4) znajdują się pierwsze otwory montażowe (4.3) masy.
3. Uchwyt według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w uchu (12) znajdują się drugie otwory montażowe (12.3) masy.
4. Uchwyt według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w drugim wałku zaciskającym (14) znajdują się trzecie otwory montażowe (14.3) masy.

Rysunki

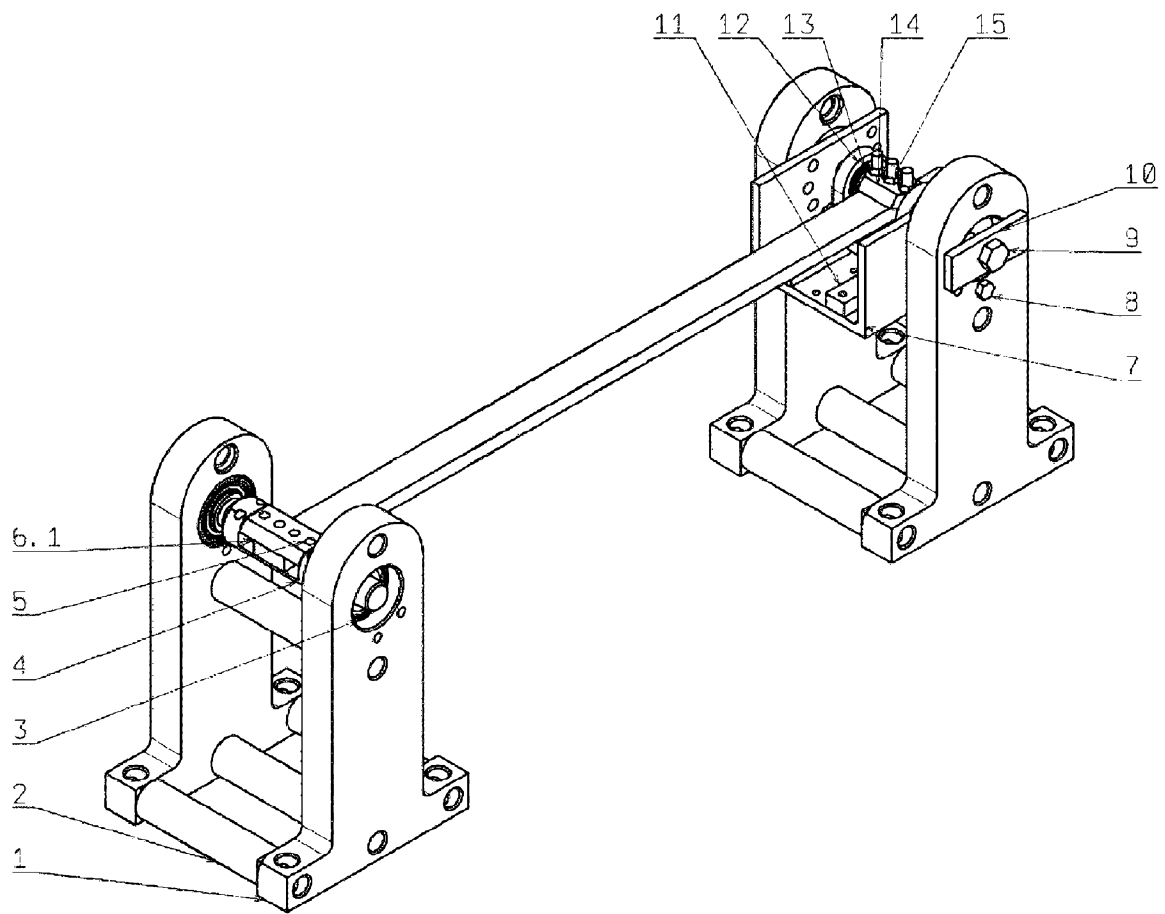


Fig. 1

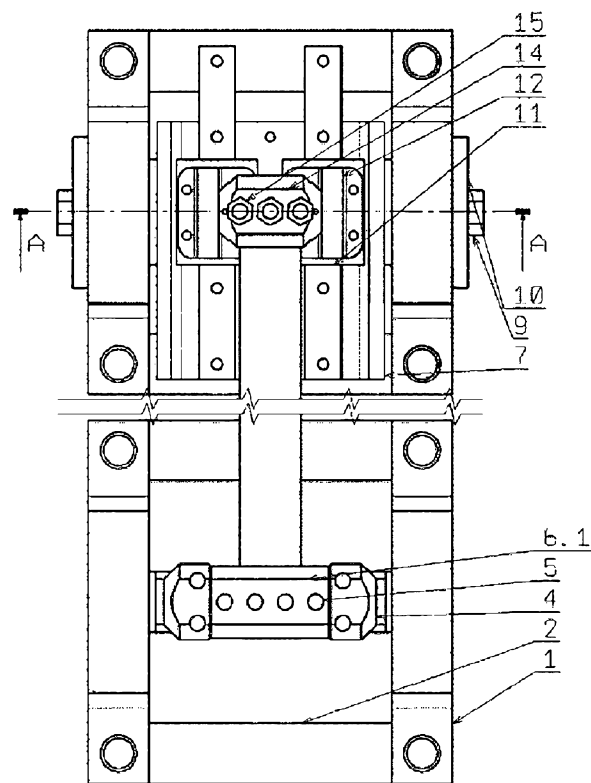


Fig. 2

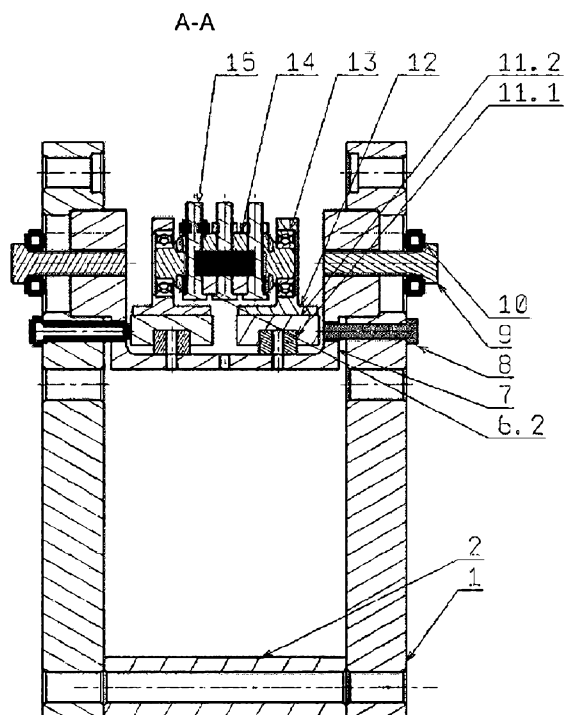


Fig. 2a

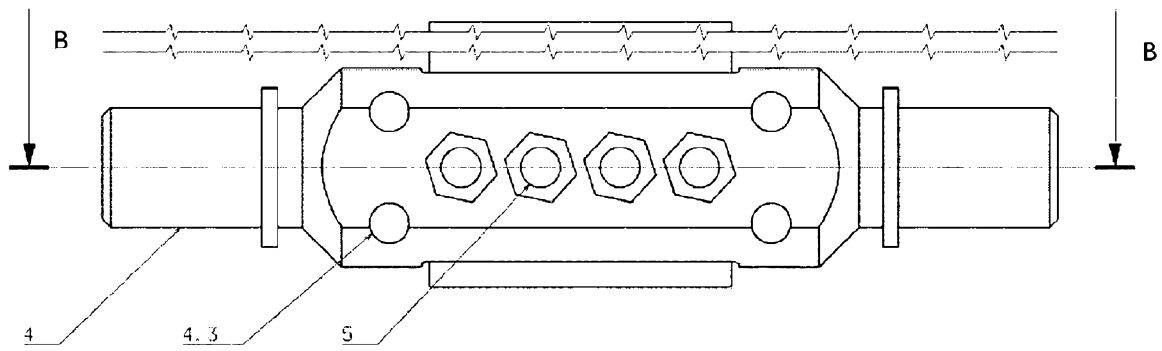


Fig. 3

B-B

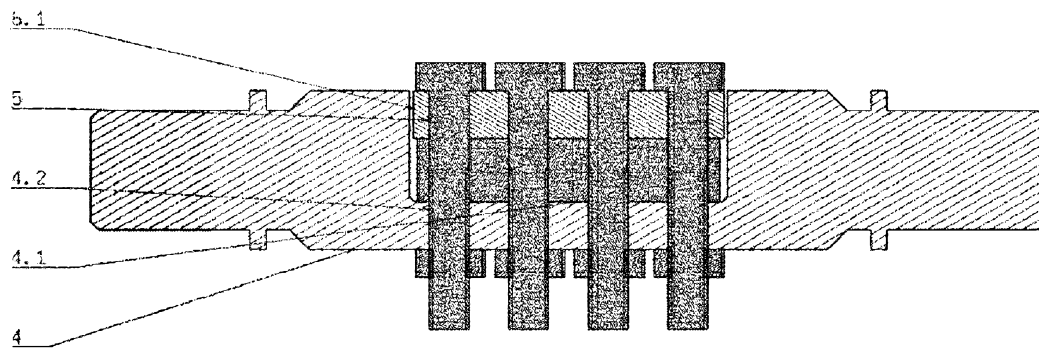


Fig. 3a

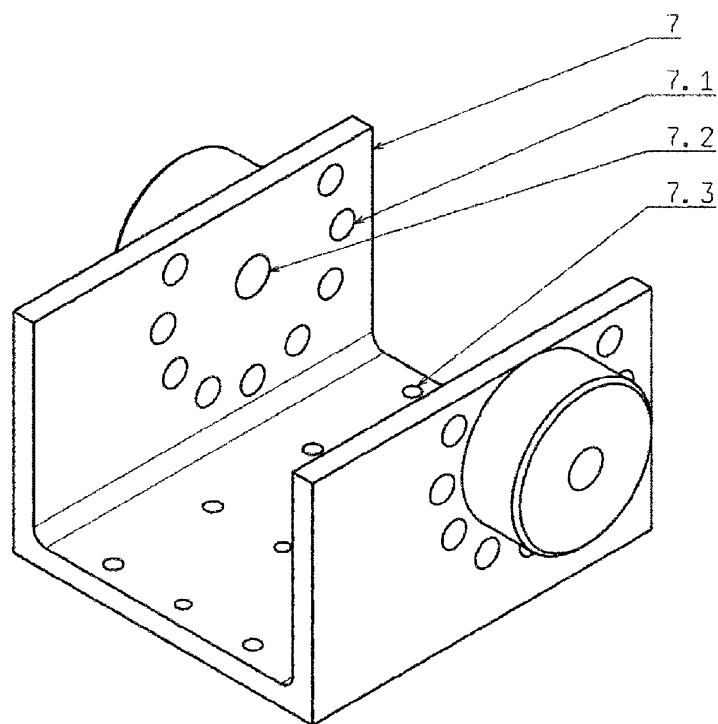


Fig. 4

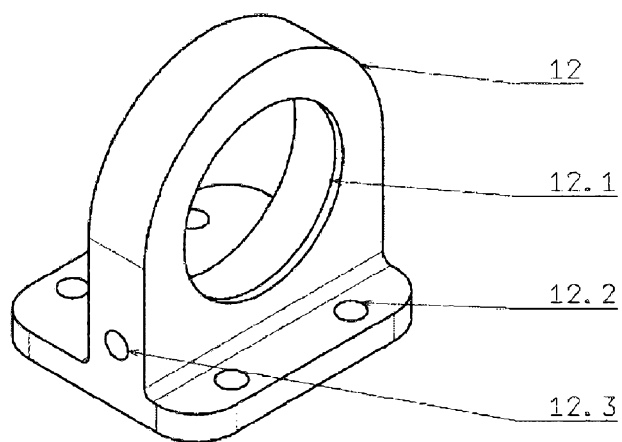


Fig. 5

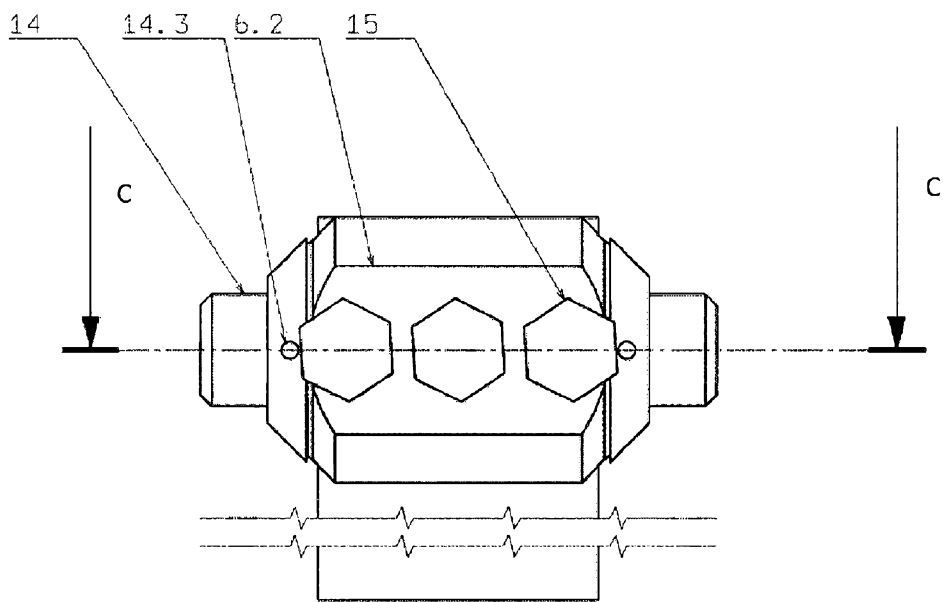


Fig. 6

C-C

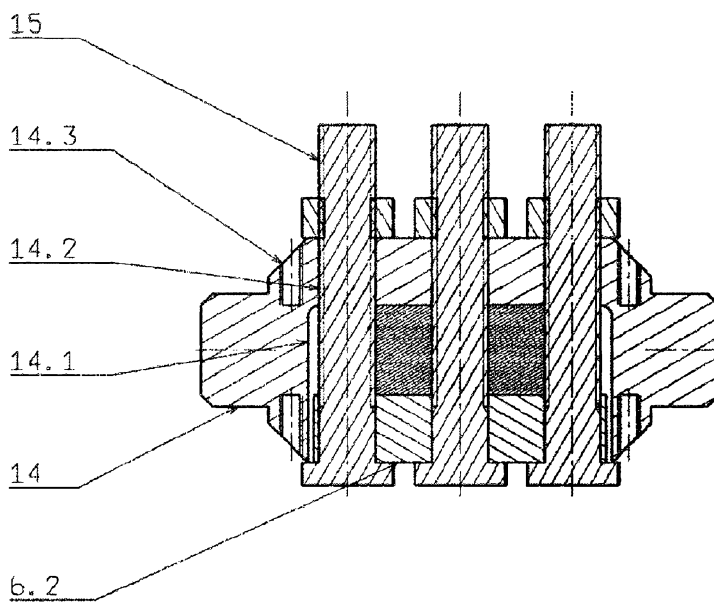


Fig. 6a

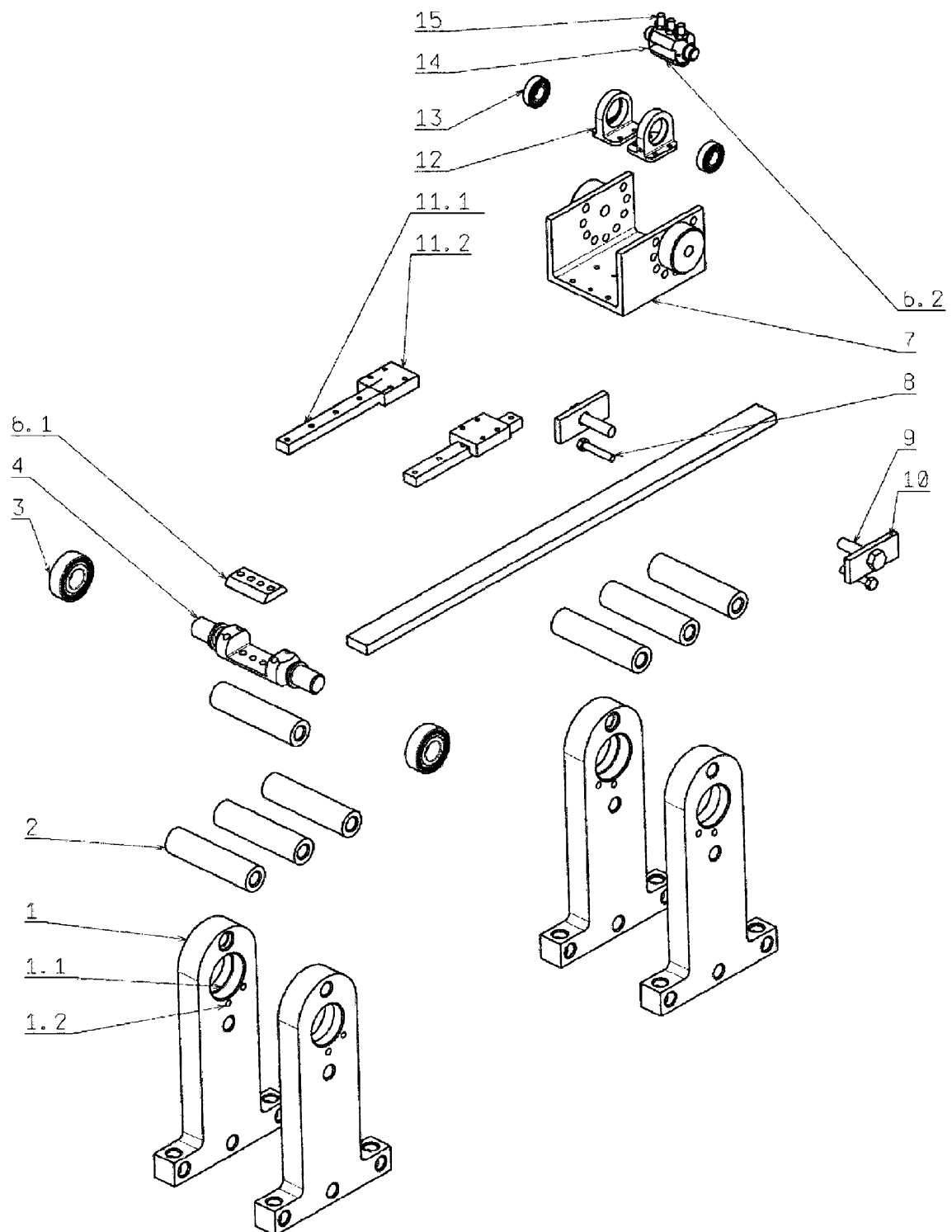


Fig. 7