

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 242091 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436928**

(22) Data zgłoszenia: **2021.02.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.08.16 BUP 33/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.01.16 WUP 03/2023**

(51) MKP:

G01N 3/00 (2006.01)

A61C 19/04 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

PRZEMYSŁAW STRÓŻYK, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Układ do pomiaru obciążeń działających na łuk zębowy dla wybranych stanów uzębienia

PL 242091 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ w postaci stanowiska pomiarowego umożliwiającego wyznaczenie, statycznie lub dynamicznie, obciążeń (siły zgryzu) działających na pojedyncze zęby, zwłaszcza podczas rozgryzania jedzenia. Wynalazek znajduje również zastosowanie przy pomiarze stanów uzębienia, nacisku pokarmu na dziąsło, w miejscu ekstrakcji zęba lub zębów, do badania stabilności i trwałości zmęczeniowej zamocowania protetycznych koron zębów, mostów protetycznych, czy też badania sztywności i wytrzymałości zmęczeniowej mostów porcelanowych podczas jednostronnego rozgryzania pokarmów o różnych wielkościach i własnościach mechanicznych.

Siła zgryzu jest najczęściej wyznaczana w warunkach *in vivo* podczas zwarecia między jedną parą odpowiadających sobie zębów lub wzdłuż łuków zębowych, ale bez uwzględnienia pokarmu.

Znajomość wartości siły zgryzu ma istotne znaczenie dla chirurgów planujących rekonwalescencje po zabiegach chirurgicznych w obrębie narządu żucia oraz inżynierów projektujących implanty stosowane podczas rekonstrukcji żuchwy, złamań żuchwy i korekcy zaburzeń morfologicznych, ponieważ siły generowane podczas aktu żucia są największymi obciążeniami fizjologicznymi działającymi na układ stomatognatyczny. Ponadto, znajomość stabilności i trwałości zmęczeniowej zamocowania protetycznych koron zębów oraz sztywności i wytrzymałości zmęczeniowej mostów porcelanowych ma również istotne znaczenie dla stomatologów zajmujących się leczeniem protetycznym.

W chwili obecnej, w pierwszej kolejności wyznacza się (statycznie i dynamicznie) parametry mechaniczne materiałów, z których wykonane są elementy protetyczne. W kolejnym etapie wyznacza się wytrzymałość statyczną i zmęczeniową zamocowania koron zębów oraz sztywność i wytrzymałość zmęczeniową mostów porcelanowych. Badania ww. parametrów wykonuje się na różnych stanowiskach badawczych, zależnie o tego, czy bada się *in vivo* pojedynczą koronę czy cały most.

Z południowokoreańskiego opisu patentowego nr KR101456695 znane jest rozwiązanie polegające na zastosowaniu, do pomiaru siły zgryzu, urządzenia składającego się z czujnika tensometrycznego w kształcie litery C i elektrod umieszczonych od strony policzkowej, wykorzystywanymi do pomiarów EMG. Podczas pomiarów czujnik jest umieszczony w jamie ustnej pacjenta między parą odpowiadających sobie zębów tj. górnych i dolnych.

Z chińskiego opisu nr CN110652309 znane jest rozwiązanie polegające na zastosowaniu, do pomiaru siły zgryzu, urządzenia wykorzystującego sprężystą tuleję z mikroczytnikami ciśnienia, która jest wykonana w postaci litery H. Podczas pomiarów tuleja jest umieszczana między górnymi i dolnymi zębami w taki sposób, aby pozioma przepona była umieszczona między powierzchniami żującymi górnych i dolnych zębów.

Z amerykańskiego opisu nr US2008281233 znane jest rozwiązanie polegające na zastosowaniu, do pomiaru siły zgryzu, urządzenia składającego się z rękojeści i nasadki, w której umieszczony jest elektroniczny czujnik siły i zbiornik z cieczą. Pomiar siły odbywa się na podstawie pomiarów zmiany ciśnienia płynu, w chwili wywierania nacisku na nasadkę umieszczoną między parą odpowiadających sobie zębów.

Z polskiego opisu patentowego nr PL224472 B1 znany jest siłomierz stomatologiczny do rejestracji sił okluzyjnych (między-zębnej) ludzkiego narządu żucia w położeniu spoczynkowym żuchwy, przeznaczony do pomiaru siły okluzyjnej przy braku rozwarcia łuków zębowych. Do pomiaru siły zgryzu zastosowano siłomierz zawierający czujnik piezorezystancyjny umieszczony między dwiema płytkami o kształcie umożliwiającym pozycjonowanie urządzenia względem łuków zębowych podczas pomiaru.

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko przeznaczone do wyznaczenia, przy różnych prędkościach rozgryzania, obciążeń działających na łuk zębowy dla wybranych przypadków stanu uzębienia na pojedyncze zęby lub ubytki, czyli układ do pomiaru siły zgryzu podczas jednostronnego rozgryzania pokarmów o różnych wielkościach i własnościach mechanicznych.

Wynalazek umożliwia pomiar siły zgryzu na pojedynczym zębie, ale także siłę nacisku pokarmu na dziąsło w miejscu ekstrakcji zęba lub zębów, badania stabilności i trwałości zmęczeniowej zamocowania protetycznych koron zębów oraz badania sztywności i wytrzymałości zmęczeniowej mostów porcelanowych.

Układ pomiarowy do pomiaru siły zgryzu narządu żucia, charakteryzuje się tym, że wyposażony jest w dwie głowice, przy czym pierwsza głowica zamocowana jest ruchomo na pierwszym wsporniku w sposób ruchomy, umożliwiając jej ruch w kierunku pionowym podczas ustawiania układu do pomiaru. Druga głowica osadzona jest ruchomo na drugim wsporniku, umożliwiając jej rotację i translację względem wspornika podczas pomiaru. Druga głowica ma kształt odwzorowujący jednostronną budowę fragmentu żuchwy, w której są osadzone czujniki pomiarowe – korzystnie siłomierze i/lub przetworniki.

W pierwszej głowicy osadzone są czujniki pomiarowe w ten sposób, że końcówki głowic odtwarzają jednostronny fragment łuku zębowego szczęki i jednostronny fragment żuchwy tak, że w czasie pomiaru czujniki osadzone na pierwszej głowicy leżą naprzemiennie w stosunku do czujników osadzonych na drugiej głowicy, umożliwiając pomiar obciążeń działających na wybrane stany użębienia.

Korzystnie, układ wyposażony jest w czujnik nacisku i/lub czujnik przemieszczeń.

Korzystnie, druga głowica osadzona jest za pomocą sworznia na wsporniku, tak że ruch głowicy odtwarza poprawny ruch w stawie skroniowo-żuchwowym w płaszczyźnie strzałkowej.

Korzystnie, pierwsza głowica jest zamocowana na wsporniku w ten sposób, że nie zmienia swojego położenia podczas pomiaru.

Korzystnie, dolna głowica pomiarowa podzielona jest na cztery moduły, to jest ramię przyłączone do modułu środkowego prostopadle, moduł końcowy i moduł pomiarowy, przy czym moduł końcowy połączony jest z modułem pomiarowym ruchomo podczas ustawiania układu do pomiaru, tak aby ustawić zależności geometryczne między trzonem a gałęzią żuchwy w trakcie pomiaru.

Korzystnie, wsporniki są osadzone na podstawie składającej się z części stałej i ruchomej, które są ze sobą połączone za pośrednictwem dwóch prowadnic.

Korzystnie, łączenia elementów są w ten sposób wykonane, że możliwe jest osiągnięcie 5 stopni swobody aktywnych tylko podczas ustawiania układu do pomiaru: przesuw części ruchomej względem części stałej podstawy i przesuw wspornika względem podstawy części ruchomej, obrót wspornika względem części ruchomej i przesuw pierwszej głowicy względem długiej osi wspornika i obrót modułu pomiarowego względem modułu końcowego.

Korzystnie, moduł końcowy ma zmienną wysokość, tworząc typoszereg umożliwiający dostosowanie wymiarów gałęzi żuchwy, a element końcowy jest powiązany z modułem pomiarowym tak, że możliwe jest ustawianie wymaganego kąta między trzonem a gałęzią żuchwy.

Korzystnie, do części ruchomej jest przymocowany wspornik górnej głowicy pomiarowej za pośrednictwem otworu podłużnego tak, że umożliwione jest ustalenie wzajemnego położenia pierwszej głowicy względem drugiej głowicy, natomiast do części stałej utwierdzony jest wspornik drugiej głowicy pomiarowej.

Wynalazek umożliwia wykonywanie pomiarów dla dużej liczby wariantów ruchu, uwzględniających zęby stałe, ubytki zębów, korony zębów i mosty protetyczne, zwłaszcza dzięki zastosowaniu wymieniałości czujników pomiarowych i zastosowaniu 7 stopni swobody układu pomiarowego. Czujnik jest w postaci siłomierza i/lub przetwornika. Ponadto, ze względu na dużą liczbę stopni swobody, układ pomiarowy posiada duży zakres regulacji położenia górnej i dolnej głowicy pomiarowej, dostosowując ich wzajemne położenia, tzn. od położenia anatomicznie poprawnego do położenia odpowiadającego wybranym wadom zgryzu. W trakcie badania układ wykonuje tylko 2 ruchy narządu zgryzu w trakcie badania, tj. ruch obrotowy i przesuw. Podczas pomiarów ruchu narządu zgryzu wykorzystuje się tylko 2 stopnie (obróty i przemieszczenia) tzw. aktywne. Pozostałe 5 stopni jest wykorzystywanych do przygotowania układu do pomiarów tzw. nieaktywne. 5 stopni swobody aktywnych tylko podczas przygotowywania stanowiska badawczego – tylko podczas ustawiania układu pomiarowego to są przesuw podstawy względem podstawy, przesuw wspornika względem podstawy, obrót wspornika względem podstawy, przesuw głowicy względem długiej osi wspornika, obrót elementu pomiarowego 2d względem elementu końcowego.

– 2 stopnie swobody aktywne i wykorzystywane podczas badania – ruchu narządu zgryzu:

obróty dolnej głowicy 2 względem wspornika 10, przesuw dolnej głowicy 2 względem długiej osi otworu podłużnego wspornika 10.

Przedmiot wynalazku pokazano na rysunku:

Fig. 1 Układ pomiarowy (wersja podstawowa) w rzucie aksonometrycznym

Fig. 2 Układ pomiarowy (wersja podstawowa) w rzucie z boku

Fig. 3 Pierwsza głowica pomiarowa 1 – wersja podstawowa (1a, 3, 4)

Fig. 4 Druga głowica pomiarowa 2 – wersja podstawowa (2a, 2b, 2c, 2d)

Fig. 5 Czujniki pomiarowe w postaci siłomierza do pomiaru siły zgryzu na zębach; a) przedtrzonowych 3 i b) trzonowych 4;

Fig. 6 Czujniki pomiarowe w postaci siłomierza do pomiaru siły nacisku na dziąsłach w miejscu ekstrakcji zębów; a) przedtrzonowych 5 i b) trzonowych 6

Fig. 7 Czujniki pomiarowe w postaci przetwornika przemieszczeń do pomiaru ugięć mostów porcelanowych w miejscu ekstrakcji zębów; a) przedtrzonowych 7 i b) trzonowych 8

Fig. 8 Wspornik pierwszy 9

Fig. 9 Wspornik drugi 10

Fig. 10 Podstawa układu pomiarowego.

Przykład

Istota wynalazku w przykładzie wykonania polega na tym, że układ ma: 1) dwie głowice pomiarowe (pierwsza – górna – 1 i druga dolna – 2) odtwarzające wzajemne ustawienie zębów przedtrzonowych i trzonowych na pojedynczym łuku oraz ustawienie górnych zębów względem dolnych, 2) dolna głowica jest ukształtowana na podobieństwo gałęzi i fragmentu trzonu żuchwy oraz posiada wymienny moduł środkowy dostosowujący głowicę do morfologii żuchwy i 3) 7 stopni swobody zapewnia anatomicznie poprawne lub anatomicznie niepoprawne wzajemne ustawienie głowic i 4) wymienialność modułu środkowego.

W podstawowej konfiguracji elementy połączone ze sobą ruchomo są w ten sposób, że układ posiada 7 stopni swobody, ale podczas pomiarów wykorzystuje się tylko 2 stopnie (obróć i przemieszczenie) tzw. aktywne. Pozostałe 5 stopni jest wykorzystywanych do przygotowania układu do pomiarów tzw. nieaktywne.

– 5 stopni swobody aktywnych tylko podczas przygotowywania stanowiska badawczego – tylko podczas ustawiania układu pomiarowego: przesuw podstawy 12 względem podstawy 11, przesuw wspornika 9 względem podstawy 12, obrót wspornika 9 względem podstawy 12, przesuw głowicy 1 względem długiej osi wspornika 9, obrót elementu pomiarowego 2d względem elementu końcowego 2c.

– 2 stopnie swobody aktywne i wykorzystywane podczas badania – ruchu narządu zgryzu – obrót dolnej głowicy 2 względem wspornika 10, przesuw dolnej głowicy 2 względem długiej osi otworu podłużnego wspornika 10.

W każdej głowicy, w wersji podstawowej, są zamontowane czujniki pomiarowe w postaci siłomierzy do pomiaru siły zgryzu na zębach przedtrzonowych 3 i zębach trzonowych 4 – fig. 5.

W zależności od przedmiotu badań siłomierze mogą być wymienione na: 1) siłomierze do pomiaru siły nacisku na dziąsła w miejscu ekstrakcji zębów przedtrzonowych 5 i trzonowych 6 i 2) przetwornik przemieszczeń w miejscu ekstrakcji zębów przedtrzonowych 7 i trzonowych 8 – fig. 6 i 7. Siłomierze 5 i 6 umożliwiają wyznaczenie siły nacisku różnych pokarmów na dziąsło, w miejscu ekstrakcji zębów, natomiast zastosowanie przetworników przemieszczeń pozwoli na wyznaczenie ugięć mostów porcelanowych podczas rozgryzania różnych pokarmów.

Są trzy elementy pomiarowe tj. czujniki pomiarowe w postaci dwóch siłomierzy 3 i 4 oraz 5 i 6 i przetworników przemieszczeń 7 i 8.

Dolna głowica pomiarowa 2 składa się z czterech modułów: ramienia 2a, elementu środkowego 2b, elementu końcowego 2c i elementu pomiarowego 2d – fig. 4. Ramię 2a służy do generowania obciążeń między zębem, natomiast element środkowy 2b i końcowy 2c służą do ustawienia zależności geometrycznych między trzonem a gałęzią żuchwy. Element środkowy 2b ma zmienną wysokość H , dzięki temu można ustawiać pożądaną odległość L między punktami m i k odpowiadającą długości gałęzi żuchwy – fig. 4). Ponieważ $H = f(L)$, w związku z tym element 2b tworzy typoszereg umożliwiający dostosowanie odległości L . Ponadto w głowicy jest możliwość ustawienia kąta między elementem pomiarowym 2d, a elementem końcowym 2c – fig. 4.

Dolna głowica pomiarowa 2 jest osadzona, za pomocą sworznia, na wsporniku 10 (fig. 9) w otworze podłużnym, w związku z tym ruch głowicy odtwarza poprawny ruch w stawie skroniowo-żuchwowym w płaszczyźnie strzałkowej (rotacja i translacja). Natomiast górna głowica pomiarowa 1 jest zamocowana nieruchomo na wsporniku 9 – fig. 8, dzięki temu nie zmienia swojego położenia podczas pomiarów (fig. 1 i 2), podobnie jak szczeka względem żuchwy podczas rozgryzania pokarmu.

Wsporniki 9 i 10 są osadzone na podstawie składającej się z części stałej 11 i ruchomej 12, które są za sobą połączone za pośrednictwem dwóch prowadnic 13 i śruby regulacyjnej 14 – fig. 1, 2 i 10. Do części ruchomej 12 jest przymocowany wspornik 9 górnej głowicy pomiarowej 1 za pośrednictwem otworu podłużnego (fig. 10) umożliwiającego ustalenie wzajemnego położenia górnej głowicy 1 względem dolnej głowicy 2, natomiast do części stałej 11 utwierdza się wspornik 10 dolnej głowicy pomiarowej 2 – fig. 10.

Zaletą stanowiska badawczego jest:

1. wymienialność czujników pomiarowych,
2. wymienialność elementów dolnej głowicy pomiarowej,
3. 7 stopni swobody układu pomiarowego (fig. 1):
 - 5 stopni swobody aktywnych tylko podczas ustawiania układu pomiarowego; (przesuw podstawy 12 względem podstawy 11, przesuw wspornika 9 względem podstawy 12, obrót wspornika 9 względem podstawy 12, przesuw głowicy 1 względem

dłuższej osi wspornika 9, obrót elementu pomiarowego 2d względem elementu końcowego 2c.

- 2 stopnie swobody aktywne podczas badania:
obróć dolnej głowicy 2 względem wspornika 10, przesuw dolnej głowicy 2 względem dłuższej osi otworu podłużnego wspornika 10.

4. wykonywanie pomiarów statycznych i dynamicznych.

Ze względu na powyższe zalety przedmiot wynalazku umożliwia badania w warunkach *in vitro* dużej liczby kompilacji uwzględniających zęby stałe, ubytki zębów, korony zębów i mosty protetyczne. Ponadto, ze względu na dużą liczbę stopni swobody, stanowisko pomiarowe posiada duży zakres regulacji wzajemnego położenia górnej i dolnej głowicy pomiarowej tzn. od położenia anatomicznie poprawnego do położenia odpowiadającego wybranym wadom zgryzu.

Oznaczenia:

- 1 – pierwsza głowica nazywana również jako górna głowica pomiarowa (wersja podstawowa)
- 1a – korpus górnej głowicy pomiarowej
- 2 – druga głowica nazywana również jako dolna głowica pomiarowa (wersja podstawowa)
- 2a – moduł: ramię
- 2b – moduł środkowy inaczej element środkowy
- 2c – moduł końcowy inaczej element końcowy
- 2d – moduł pomiarowy inaczej element pomiarowy

Czujniki pomiarowe w postaci siłomierzy i/lub siłowników:

- 3 – siłomierz do pomiaru siły zgryzu w miejscu zębów przedtrzonowych
- 4 – siłomierz do pomiaru siły zgryzu w miejscu zębów trzonowych
- 5 – siłomierz do pomiaru siły nacisku na dziąsłach w miejscu ekstrakcji zębów przedtrzonowych
- 6 – siłomierz do pomiaru siły nacisku na dziąsłach w miejscu ekstrakcji zębów trzonowych
- 7 – przetwornik przemieszczeń do pomiaru ugięcia mostu stomatologicznego w miejscu ekstrakcji drugiego zęba przedtrzonowego
- 8 – przetwornik przemieszczeń do pomiaru ugięcia mostu stomatologicznego w miejscu ekstrakcji drugiego zęba trzonowego
- 9 – pierwszy wspornik górnej głowicy pomiarowej
- 10 – drugi wspornik dolnej głowicy pomiarowej
- 11 – część stała podstawy układu pomiarowego
- 12 – część ruchoma podstawy układu pomiarowego
- 13 – prowadnice
- 14 – śruba regulacyjna podstawy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ pomiarowy do pomiaru sił zgryzu narządu żucia, zawierający czujniki do pomiaru siły zgryzu zęba, **znamienny tym**, że wyposażony jest w dwie głowice, przy czym pierwsza głowica (1) zamocowana jest ruchomo na pierwszym wsporniku (9) w sposób ruchomy, umożliwiając jej ruch w kierunku pionowym podczas ustawiania układu do pomiaru, zaś druga głowica (2) osadzona jest ruchomo na drugim wsporniku (10), umożliwiając jej rotację i translację względem wspornika (10) podczas pomiaru, a ponadto druga głowica (2) ma kształt odwzorowujący jednostronną budowę fragmentu żuchwy, w której są osadzone czujniki pomiarowe, zaś w pierwszej głowicy (1) osadzone są czujniki pomiarowe w ten sposób, że końcówki głowic odtwarzają jednostronny fragment łuku zębowego szczęki i jednostronny fragment żuchwy tak, że w czasie pomiaru czujniki osadzone na pierwszej głowicy (1) leżą naprzemiennie w stosunku do czujników osadzonych na drugiej głowicy (2), umożliwiając pomiar obciążeń działających na wybrane stany uzębienia.
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyposażony jest w czujnik nacisku i/lub czujnik przemieszczeń.
3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że druga głowica (2) osadzona jest za pomocą sworzni na wsporniku (10), tak że ruch głowicy odtwarza poprawny ruch w stawie skroniowo-żuchwowym w płaszczyźnie strzałkowej.

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwsza głowica (1) jest zamocowana na wsporniku (9) w ten sposób, że nie zmienia swojego położenia podczas pomiaru.
5. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dolna głowica pomiarowa (2) podzielona jest na cztery moduły, to jest ramię (2a) przyłączone do modułu środkowego (2b) prostopadle, moduł końcowy (2c) i moduł pomiarowy (2d), przy czym moduł końcowy (2c) połączony jest z modułem pomiarowym (2d) ruchomo podczas ustawiania układu do pomiaru, tak aby ustawić zależności geometryczne między trzonem a gałęzią żuchwy w trakcie pomiaru.
6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wsporniki (9, 10) są osadzone na podstawie składającej się z części stałej (11) i ruchomej (12), które są za sobą połączone za pośrednictwem dwóch prowadnic (13).
7. Układ według zastrz. 5 i 6, **znamienny tym**, że łączenia elementów są w ten sposób wykonane, że możliwych jest osiągnięcie 5 stopni swobody aktywnych tylko podczas ustawiania układu do pomiaru: przesuw części ruchomej podstawy (12) względem części stałej podstawy (11) i przesuw wspornika (9) względem podstawy części ruchomej (12), obrót wspornika (9) względem części ruchomej (12) i przesuw pierwszej głowicy (1) względem długiej osi wspornika (9), i obrót modułu pomiarowego (2d) względem modułu końcowego (2c).
8. Układ według zastrz. 5, **znamienny tym**, że moduł końcowy (2c) ma zmienną wysokość (H), tworząc typoszereg umożliwiający dostosowanie wymiarów gałęzi żuchwy, a element końcowy (2c) jest powiązany z modułem pomiarowym (2d) tak, że możliwe jest ustawianie wymaganego kąta między trzonem a gałęzią żuchwy.
9. Układ według zastrz. 6, **znamienny tym**, że do części ruchomej (12) jest przymocowany wspornik (9) górnej głowicy pomiarowej (1) za pośrednictwem otworu podłużnego tak, że umożliwiające jest ustalenie wzajemnego położenia pierwszej głowicy (1) względem drugiej głowicy (2), natomiast do części stałej (11) utwierdzony jest wspornik (10) drugiej głowicy pomiarowej (2).

Rysunki

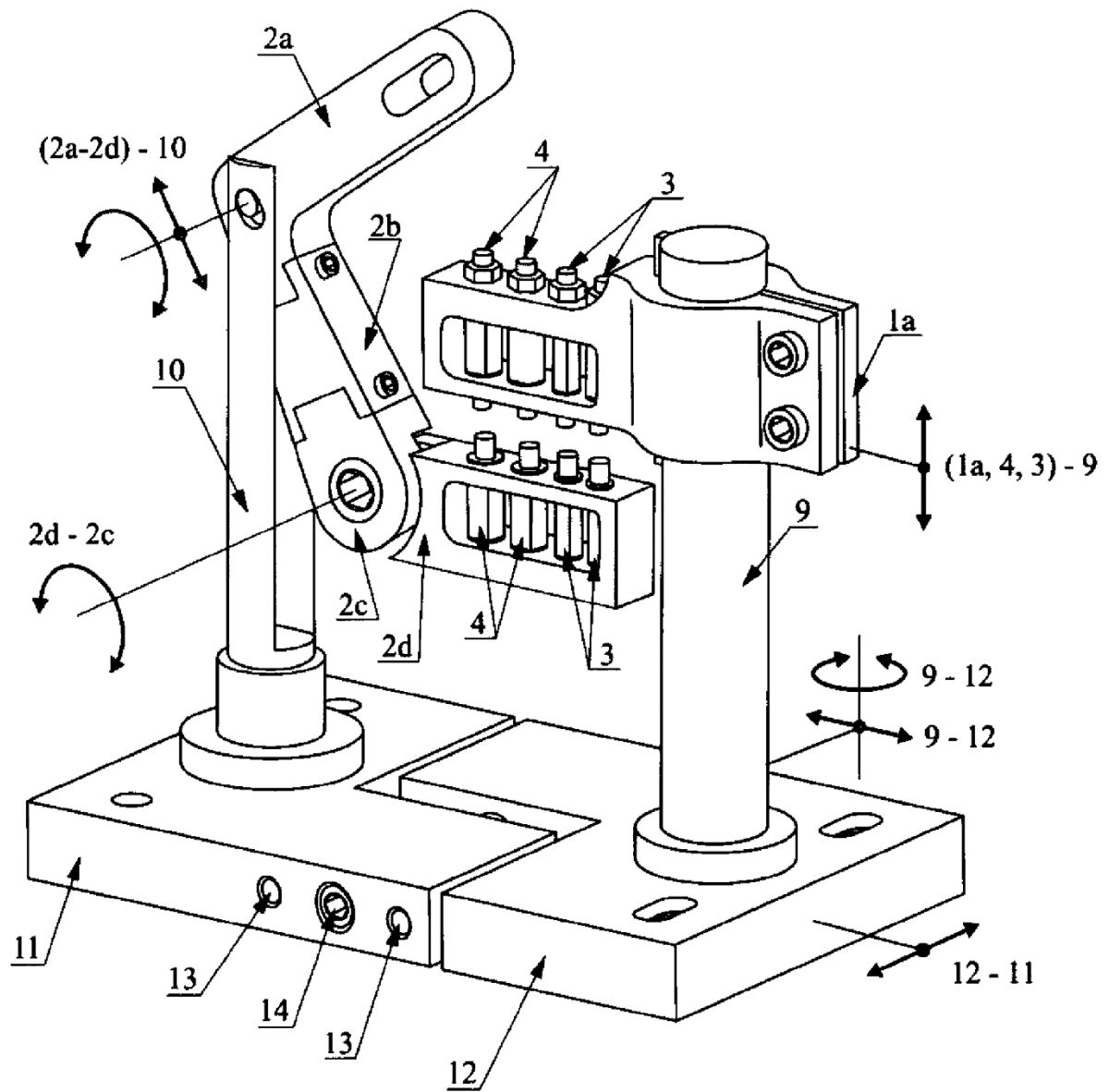
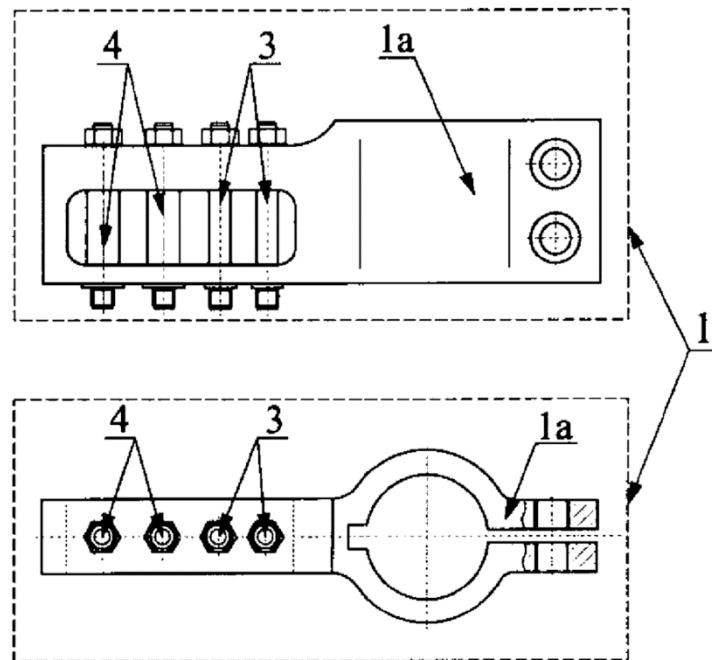
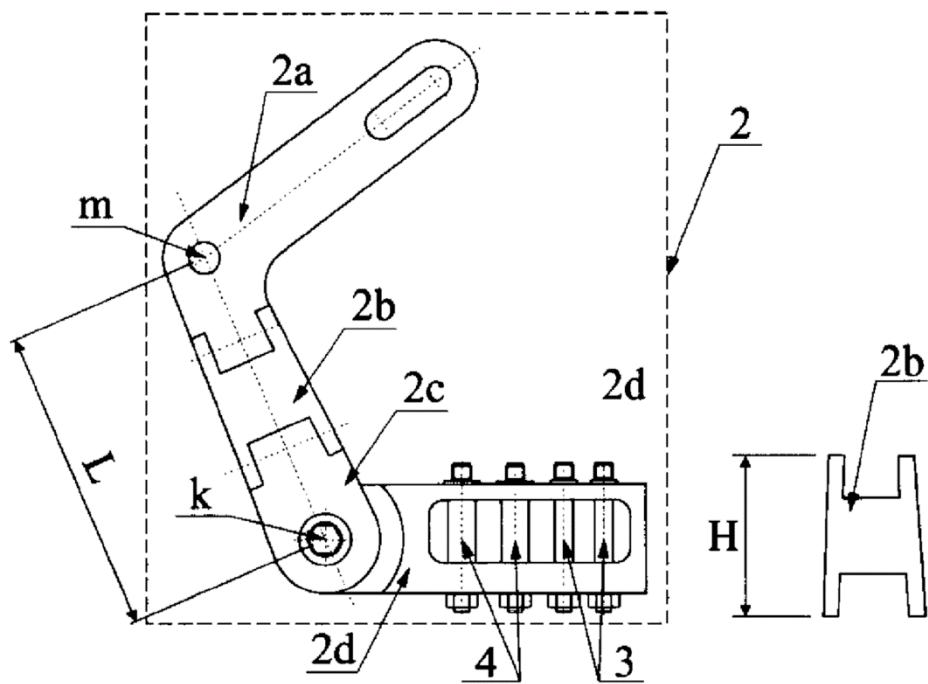
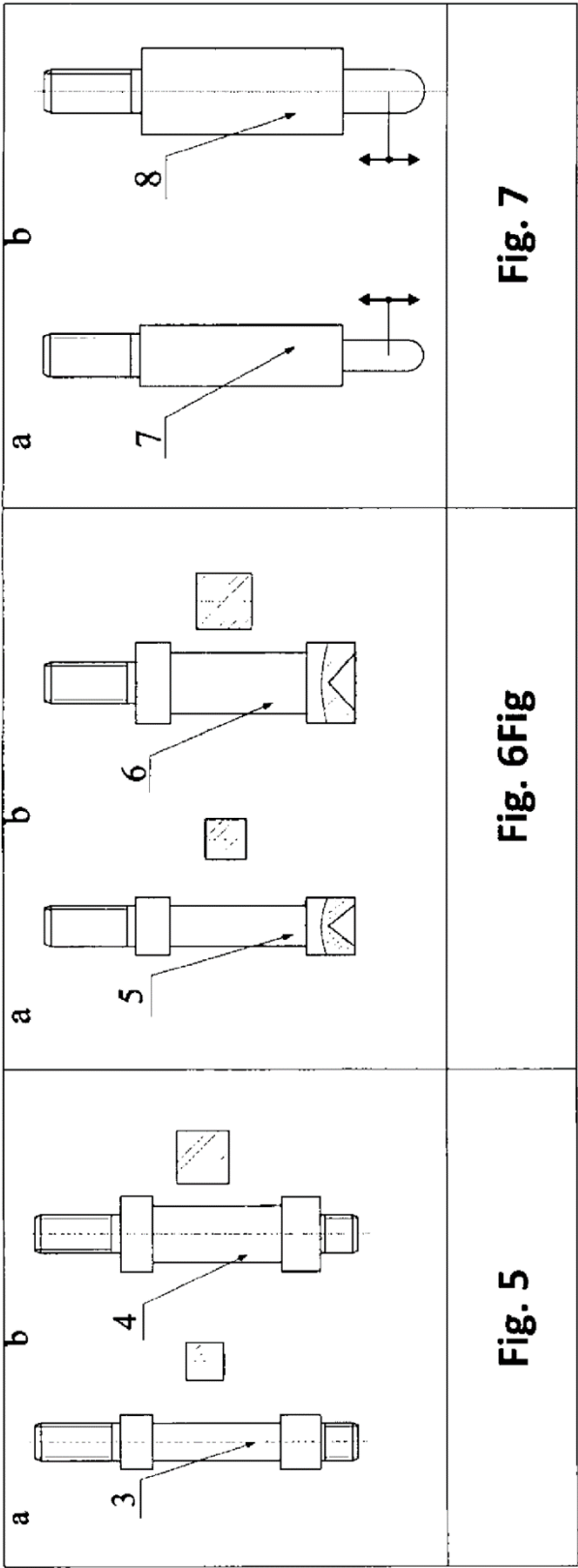


Fig. 1

**Fig. 3****Fig. 4**



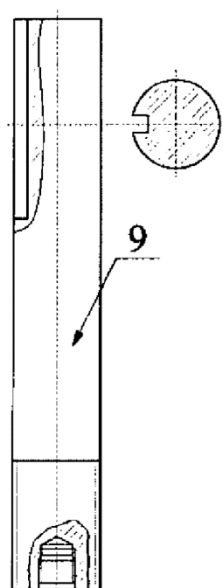


Fig. 8

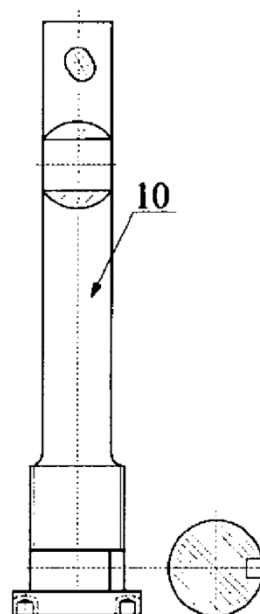


Fig. 9

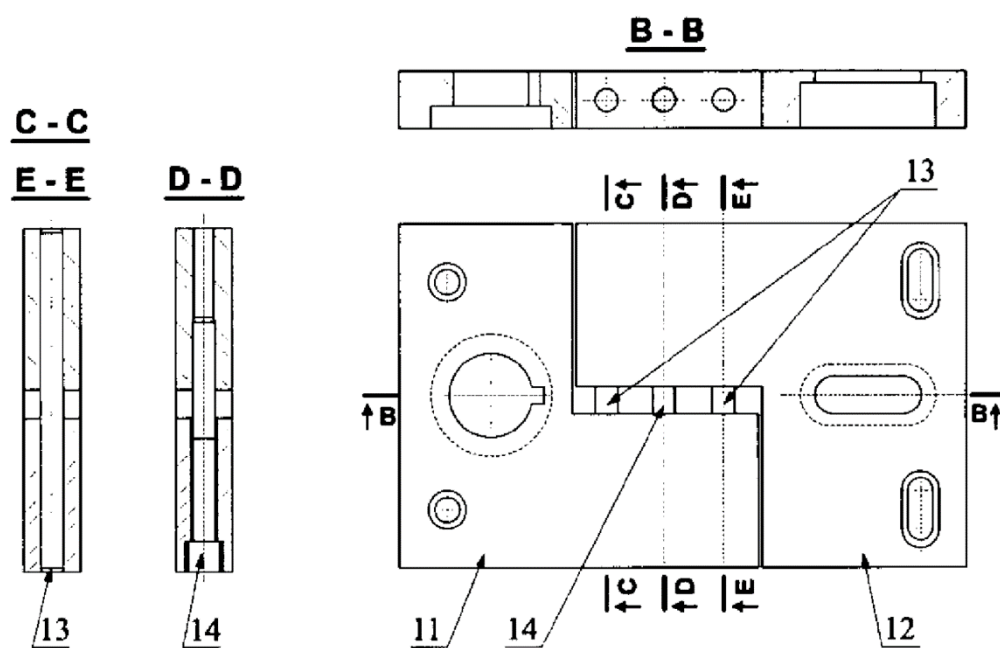


Fig. 10