

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **231688**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **398245**

(51) Int.Cl.

**G01N 3/08 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **27.02.2012**

---

(54) **Układ do badań wytrzymałościowych cienkich elementów konstrukcyjnych,  
zwłaszcza blach**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**02.09.2013 BUP 18/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**29.03.2019 WUP 03/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW  
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**LECH EMIL DIETRICH, Warszawa, PL  
ZBIGNIEW LUDWIK KOWALEWSKI,  
Zielonka, PL**

**GRZEGORZ MICHAŁ SOCHA, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Maciej Miszczak**

---

**PL 231688 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do badań wytrzymałościowych cienkich elementów konstrukcyjnych, zwłaszcza blach, zawierający cieką, płaską próbkę wyciętą z materiału konstrukcyjnego, połączony z uchwytem maszyny wytrzymałościowej, posiadający w swej środkowej części dwa bloki podpierające próbkę po obu stronach jej płaskich, czołowych ścian, każdy zbudowany z pakietu płytek zewnętrznych i wewnętrznych opierających się powierzchniami bocznymi o próbkę, posiadających na jednym końcu otwór przelotowy o obwodzie zamkniętym, korzystnie kołowym, zaś na drugim – otwór przelotowy o obwodzie otwartym, korzystnie w kształcie litery „U”, tworzącym widełki, przy czym otwory o obwodzie zamkniętym i otwartym usytuowane są naprzemiennie w sąsiednich płytkach, a ponadto przez otwory te przechodzą dwa górne i dwa dolne sworznie osadzone odpowiednio w dwóch górnych i dwóch dolnych jarzmach dociskających wzajemnie płytki oraz ich pakiety do próbki za pomocą odpowiednio dwóch górnych i dwóch dolnych par wkrętów prostopadłych do sworzni, przechodzących przez otwory przelotowe w sworzniach i jarzmach po jednej stronie próbki, zaś po jej drugiej stronie, wkręcanych w jarzma.

Badania wytrzymałościowe cienkich, płaskich próbek materiałów konstrukcyjnych, takich jak cienkie blachy wykonane z różnych stopów metali oraz arkusze z różnych kompozytów i tworzyw sztucznych wymagają, zwłaszcza przy ich ściskaniu dodatkowego oprzyrządowania badawczego zapobiegającego wyboczeniu próbek.

Najliczniej wśród układów do badań wytrzymałościowych próbek materiałowych w postaci cienkich blach, reprezentowana jest grupa układów, w których podparcie próbki stanowią dwa sztywne bloki dociskane do niej za pomocą śrub. Różne wersje tej grupy układów różniły się stosowanymi wymiarami próbek, rozmiarami bloków podpierających, sposobami wywierania nacisku na próbkę i doбором jego wartości, rodzajem użytych środków smarujących, sposobem umocowania ekstensometru oraz przyłożenia siły ściskającej do próbki. We wszystkich, przytoczonych wyżej konstrukcjach tego typu układów próbka była dłuższa od bloków podpierających o tyle, aby uzyskać wymaganą wartość jej odkształcenia. Jednocześnie wystająca część próbki musiała być na tyle krótka, aby przy ściskaniu nie wystąpiło jej wyboczenie. Te dwa, sprzeczne ze sobą, wymagania stwarzały dodatkowe trudności w przygotowaniu próbki i realizacji jej ściskania. W rezultacie, zakres możliwych do osiągnięcia wartości odkształcenia przy zastosowaniu tych układów był bardzo ograniczony i zależał od grubości próbki.

Odmienne rozwiązanie konstrukcji układu zabezpieczającego próbkę wyciętą z cienkiego arkusza materiału konstrukcyjnego przed wyboczeniem w trakcie jej ściskania opisano w artykule autorstwa L. Dietrich i K. Turski, zatytułowanym „Nowa metoda badania cienkich blach przy ściskaniu”, opublikowanym w 1978 r., w czasopiśmie „Rozprawy Inżynierskie” Nr 26, na str. 91–99. Konstrukcja układu wyróżnia się tym, że cała długość próbki jest zabezpieczona przed wyboczeniem za pomocą bloków podpierających zmieniających swoją czynną długość w wyniku wzajemnego przesuwania się płytek podpierających w miarę skracania próbki. Zabezpieczenie próbki przed wyboczeniem było realizowane przez dwa zestawy cienkich płytek ustawionych prostopadle do powierzchni próbki, po obu jej stronach i dociskanych wzajemnie oraz do próbki przy pomocy czterech śrub. Każdy z tych zestawów składał się z szeregu takich samych płytek podpierających z cylindrycznym, tj. zamkniętym na obwodzie, przelotowym otworem na jednym końcu i otwartym na obwodzie, przelotowym otworem w postaci przecięcia w kształcie litery „U” na drugim końcu. Sąsiednie płytki ustawione były względem siebie naprzemiennie otworami zamkniętymi i otwartymi na obwodzie. Każda z płytek była osadzona na cylindrycznych sworzniach – górnym i dolnym – umieszczonych z kolei w otworach odpowiednio, dolnych i górnych jarzm posiadających otwory o osiach skierowanych prostopadle do powierzchni próbki, przez które przechodziły śruby dociskające dwa zestawy płytek usytuowane po obu stronach próbki do jej płaskiej powierzchni. Do badań na ściskanie blach z udziałem niniejszego układu stosowano specjalne urządzenie pomocnicze umożliwiające ustawienie układu zawierającego próbkę pomiędzy stolikami maszyny wytrzymałościowej w celu przyłożenia obciążeń.

Urządzenie pomocnicze miało postać tulei, w której prowadzony był górny stempel naciskający próbkę. Tuleja ta zapewniała równoległość górnej i dolnej powierzchni naciskającej próbkę, zaś dwa czujniki zegarowe zamocowane do stempla, po obu stronach próbki wykorzystano do pomiaru skrócenia próbki i obliczenia jej odkształcenia. Próbki mocowano w układzie, ustawiając jego wysokość, (regulowaną ze względu na istnienie pakietów płytek podpierających, mających przelotowe otwory kołowe o obwodzie zamkniętym i przelotowe otwory o obwodzie otwartym w kształcie widełek, usytuowanych

naprzemiennie w sąsiadujących płytkach) nieco większą od wysokości próbki. Pomiaru siły tarcia potrzebnej do spowodowania wzajemnego przesunięcia płytek podpierających w celu skrócenia wysokości bloków podpierających przeprowadzano tylko w początkowej fazie badania wytrzymałościowego, ściskając układ na lekkiej zrywance wyposażonej w rewersor. Obciążanie przerywano w chwili, gdy wysokość bloków podpierających była wyższa o ok. 1 mm od wysokości próbki, odczytując z rejestratora lekkiej zrywarki wartość siły tarcia, po czym układ ustawiano w urządzeniu pomocniczym, na maszynie wytrzymałościowej, gdzie za pomocą lekkich uderzeń górnego stempla zsuwano płytki podpierające układu do uzyskania wysokości równej wysokości próbki. Zasadnicze obciążenie próbki realizowano stosując małe przyrosty siły ściskającej, rejestrując wskazania czujników zegarowych zamocowanych do górnego stempla w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni próbki. W ramach badań wytrzymałościowych rejestrowano krzywą naprężenie-odkształcenie próbki, przy czym naprężenie określono jako iloraz siły obciążającej próbkę, odczytanej z rejestratora maszyny wytrzymałościowej, pomniejszonej o wartość siły tarcia (odczytanej na początku badania wytrzymałościowego ze wskazań rejestratora lekkiej zrywarki) i początkowego przekroju poprzecznego próbki.

Podobną zasadę grzebieniowych płytek wykonanych poprzez frezowanie całego bloku materiału, przyjęto w rozwiązaniu opublikowanym w pierwszym dziesięcioleciu XXI wieku (Kuwabara T., *Advances in experiments on metal sheets and tubes in support of constitutive modeling and forming simulations*. Doi: 10.1016/j.ijplas.200606.003, *Int. J. Plasticity* 23, 2007, 385–419; Kuwabara T., Kumanto Y., Ziegelheim J., Kurasaki I., *Tension-compression asymmetry of phosphor bronze for electric parts and its effect on bending behavior*. Doi: 10.1016/j.ijplas.2009.01.004. *Int. J. Plasticity* 25, 2009, 1759–1776). Grzebieniowe podparcia cienkich próbek stosowano tylko dla ich części pomiarowej. Pozostała część próbki umieszczona była pomiędzy sztywnymi blokami. Próbka leżała na płaskiej powierzchni dolnego bloku podpierającego i była przykryta górnym blokiem podpierającym, którego ciężar zapobiegał jej wyboczeniu. Ze względu na poziome położenie próbki w trakcie ściskania, cały układ wykonano w postaci specjalnego stanowiska badawczego wyposażonego w siłownik hydrauliczny do ściskania próbki oraz układy pomiarowe do mierzenia siły ściskającej próbkę i jej odkształceń osiowych. Odkształcenia próbki mierzono przy pomocy tensometru elektrooporowego przyklejonego na powierzchni próbki, a przewody elektryczne wyprowadzono przez otwór wywiercony w górnym bloku podpierającym, o średnicy dopasowanej do wymiaru tensometru i maksymalnych wartości odkształcenia próbki.

Stosowanie układów w postaci bloków podpierających o stałej lub zmiennej długości podparcia, dociskanych do czołowych, płaskich powierzchni próbki z określoną siłą zapobiega wyboczeniu próbki przy ściskaniu, natomiast może powodować zaburzenia jednoosiowego stanu naprężenia wskutek generacji sił tarcia na czynnych powierzchniach pomiędzy blokami podpierającymi a powierzchniami próbki, jak również powodować powstanie dodatkowego tarcia między płytkami bloków podpierających w przypadku zastosowania układu o zmiennej długości czynnej. Powstające, nadmierne siły tarcia mogą powodować istotne zmiany przebiegu badania wytrzymałościowego, zwłaszcza przy obciążeniach cyklicznych generujących zaburzenia zależnie od liczby cykli. Stanowi to istotny problem, ponieważ brak oceny wartości sił tarcia powstających w trakcie realizacji obciążenia uniemożliwia ocenę poprawności otrzymywanych wyników badań zachowania się cienkich próbek, zazwyczaj blach, przy cyklicznym rozciąganiu-ściskaniu w zakresie dużych wartości odkształcenia.

Żaden ze znanych układów zapobiegających wyboczeniu cienkiej próbki przy ściskaniu nie rozwiązuje problemu ocen oraz nie uwzględnienia wpływu tarcia na przebieg zachowania się badanego materiału w zakresie monotonicznych obciążeń ściskających, jak i cyklicznych obciążeń rozciągania-ściskania i to z uwzględnieniem liczby cykli.

Istota układu według wynalazku, zawierającego ciekłą, płaską próbkę wyciętą z materiału konstrukcyjnego, zwłaszcza blachy, połączonego z hydraulicznymi uchwytami maszyny wytrzymałościowej, posiadającego w swej środkowej części dwa bloki podpierające próbkę po obu stronach jej płaskich, czołowych ścian, każdy zbudowany z pakietu płytek zewnętrznych i wewnętrznych opierających się powierzchniami bocznymi o próbkę, posiadających na jednym końcu otwór przelotowy o obwodzie zamkniętym, korzystnie kołowym, zaś na drugim – otwór przelotowy o obwodzie otwartym, korzystnie w kształcie litery „U”, tworzącym widełki, przy czym otwory o obwodzie zamkniętym i otwartym usytuowane są naprzemiennie w sąsiednich płytkach, a ponadto przez otwory te przechodzą dwa górne i dwa dolne sworznie osadzone odpowiednio w dwóch górnych i dwóch dolnych jarzmach dociskających wzajemnie płytki oraz ich pakiety do próbki za pomocą odpowiednio dwóch górnych i dwóch dolnych par wkrętów prostopadłych do sworzni, przechodzących przez otwory przelotowe w sworzniach i jarzmach po jednej stronie próbki, zaś po jej drugiej stronie, wkręconych w jarzma, polega na tym, że układ ma

jednakowe dwie podstawy - górną i dolną, dopasowane do kształtu i wymiarów obu trzonów tłoków w hydraulicznych uchwytych maszyny wytrzymałościowej, opierające się odpowiednio o górną i dolną powierzchnię trzonu tłoka w hydraulicznych uchwytych maszyny wytrzymałościowej, oraz jednakowe, odpowiednio – dwie górne i dwie dolne wkładki, korzystnie klinowe usytuowane po obu stronach płaskiej, czołowej ściany próbki, odpowiednio przy jej górnym i dolnym końcu, dociśnięte do niej. Układ ma również dwie pary – górną i dolną – łączników, korzystnie płaskich, poszerzonych po obu stronach z ukształtowanymi mocowaniami do jarzm z jednej strony, zaś z drugiej strony do podstaw i posiadających jednakowej szerokości przewężenie w środkowym odcinku, sprzęgających odpowiednio górną i dolną podstawę odpowiednio z górnymi i dolnymi jarzmami bloków podpierających próbkę, przy czym jedna z par łączników ma zamocowany w przewężonym, środkowym odcinku czujnikowy układ, korzystnie tensometryczny, przeznaczony do pomiaru siły tarcia powstającej między blokami podpierającymi a próbką. Ponadto, wszystkie łączniki w poszerzonej, mocującej części mają wykonane podłużne zagłębienia na końcach od strony jarzm, dopasowane do ich szerokości, zaś każdy z dwóch bloków podpierających zbudowany jest z dwóch płytek zewnętrznych oraz pakietu płytek wewnętrznych w liczbie dopasowanej do szerokości części pomiarowej próbki, usytuowanych między płytkami zewnętrznymi, przylegających do siebie powierzchniami czołowymi, przy czym co najmniej jedna para zewnętrznych płytek podpierających, leżących naprzeciw siebie w blokach podpierających ma wykonane klinowe skosy skierowane do próbki, których długość jest większa od długości pomiarowej próbki, w które wchodzi dwa ostrza ekstensometru dociskane do powierzchni bocznej próbki za pomocą elastycznych elementów łączących, owijających półpręście usytuowany po przeciwnej stronie próbki względem ekstensometru, przypiętych do zaczepów ostrzy ekstensometru. Zaczepy ostrzy ekstensometru są wydłużone, przy czym szerokość ich rozstawienia jest większa od sumy grubości próbki i szerokości dwóch bloków podpierających. Ponadto, w układzie według wynalazku, zewnętrzne płytki podpierające mają grubość większą od grubości wewnętrznych płytek podpierających, przy czym wszystkie płytki podpierające – zewnętrzne i wewnętrzne – mają jednakową grubość w ramach danego ich rodzaju. Czujnikowy układ do pomiaru siły tarcia powstającej między blokami podpierającymi a próbką jest utworzony przez zespół elektrooporowych tensometrów połączonych w układ pełnego mostka.

Istota odmiany układu według wynalazku polega na tym, że dodatkowo układ posiada górne i dolne pakiety płytek zamiennych usytuowanych odpowiednio na górnej i dolnej parze sworzni w jarzmie po zewnętrznych stronach pakietów płytek wewnętrznych i zewnętrznych. Pakiety zamiennych płytek przylegają czołowo do płaskich, czołowych powierzchni zewnętrznych płytek podpierających oraz posiadają otwory przelotowe o obwodzie zamkniętym, korzystnie kołowym, przez które przechodzą sworznie osadzone w jarzmach, przy czym grubość zamiennych płytek równa jest grubości wewnętrznych płytek podpierających, szerokość płytek zamiennych jest równa szerokości płytek podpierających – zewnętrznych i wewnętrznych, zaś wysokość zamiennych płytek jest identyczna z wysokością każdego z jarzm.

Układ według wynalazku i jego odmiany oprócz tego, że zapobiega wyboczeniu cienkich próbek o różnej grubości podczas ich odkształcania w wyniku działania obciążeń wytwarzanych przez maszynę wytrzymałościową poprzez zastosowanie bloków płytek podpierających, zmieniających swoją długość podparcia wraz ze zmianą długości próbki, również umożliwia za pomocą wkrętów regulację siły tarcia a także uwzględnia wpływ tarcia na przebieg zachowania się badanego materiału w zakresie monotonicznych obciążeń ściskających, jak i cyklicznych obciążeń w postaci rozciągania-ściskania i to z uwzględnieniem liczby cykli obciążeń dzięki zastosowaniu i odpowiedniemu usytuowaniu specjalnego układu czujnikowego, korzystnie tensometrycznego, do ciągłego pomiaru siły tarcia powstającej podczas skracania lub wydłużania bloków podpierających wskutek odkształcenia próbki. Układ czujnikowy, korzystnie w postaci zespołu tensometrów elektrooporowych, naklejonych w środku, po obu stronach jednej z par łączników łączących podstawę zespołu chwytowego układu z sąsiednimi jarzmami obejmującym zespół podpierający próbkę, połączonych w układ pełnego mostka zapewnia kompensację temperaturową oraz brak wpływu zginania łączników na pomiar siły osiowej potrzebnej do przesuwania płytek podpierających względem siebie i względem próbki. Ponadto, dzięki zastosowaniu dwóch par łączników sprzęgających podstawy zespołów chwytowych układu z jarzmami bloków podpierających próbkę oraz posiadających podłużne zagłębienia dopasowane do szerokości jarzm, powstaje połączenie na zamek, pewnie przenoszące siły osiowe bez silnego dokręcania wkrętów. Zastosowanie skosów klinowych w skrajnych, zewnętrznych płytkach podpierających, usytuowanych naprzeciw siebie w dwóch blokach podpierających, z jednej ich strony, w kierunku do próbki, gdzie długość skosów jest dłuższa od długości pomiarowej próbki, powoduje odstąpienie jednej krawędzi próbki, dzięki czemu

można na tej krawędzi oprzeć ostrza ekstensometru umożliwiające pomiar odkształcenia osiowego podczas badań wytrzymałościowych. Zastosowanie w ekstensometrze wydłużonych zaczepów ostrzy o rozstawie większym niż szerokość sumy grubości próbki i szerokości dwóch bloków podpierających próbkę oraz zamocowanie półpięścienia o gładkiej i twardej powierzchni do jednego z jarzm umożliwia stabilne i pewne zamocowanie ekstensometru na próbce za pomocą elastycznych elementów, takich jak sprężyny lub gumki, owijających się gładko dookoła próbki i bloków podpierających, przy zachowaniu równomiernego naciągu tych elastycznych elementów, zapewniając prawidłową rejestrację osiowego odkształcenia próbki podczas badań.

Zastosowanie w odmianie układu według wynalazku, dodatkowo zestawów krótkich płytek zamiennych pozwala na badanie próbek o różnej szerokości poprzez zastąpienie jednej lub więcej par wewnętrznych płytek podpierających odpowiednią liczbą krótkich płytek zamiennych. Dzięki temu można w prosty sposób, poprzez wymianę części wewnętrznych płytek podpierających przez zamienne płytki, zmieniać (regulować) czynną szerokość zestawu płytek podpierających (bloków podpierających) i dostosować ją do wymaganej szerokości próbki, którą można dopasować do nośności wykorzystywanej maszyny wytrzymałościowej.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie jego wykonania, na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia w widoku z przodu układ według wynalazku i jego odmiany, z zamontowanym ekstensometrem, Fig. 2 przedstawia w widoku z boku układ według wynalazku i jego odmiany, bez zamontowanego ekstensometru, Fig. 3 przedstawia układ według wynalazku w przekroju A-A pokazanym na Fig. 1, Fig. 4 przedstawia układ według wynalazku w przekroju B-B uwidocznionym na Fig. 1, Fig. 5 przedstawia odmianę układu według wynalazku w przekroju A-A pokazanym na Fig. 1, oraz Fig. 6 przedstawia odmianę układu według wynalazku w przekroju B-B uwidocznionym na Fig. 1.

Układ według wynalazku i jego odmiany, zawierający próbkę 1, zbudowany jest zasadniczo z następujących głównych zespołów, tj. skrajnych zespołów chwytowych – dolnego i górnego – umożliwiających połączenie układu z uchwytami hydraulicznymi 6 maszyny wytrzymałościowej, środkowego zespołu obejmującego i podpierającego próbkę 1, zabezpieczającego przed jej wybočeniem podczas badań wytrzymałościowych, czujnikowego układu do pomiaru siły tarcia między blokami podpierającymi a próbką 1, w postaci zespołu ośmiu elektrooporowych tensometrów 2 połączonych w układ pełnego mostka oraz ekstensometru 3 zamontowanego na środkowym zespole obejmującym i podpierającym próbkę 1. Skrajne zespoły chwytowe układu zbudowane są z jednakowych podstaw 4 dopasowanych kształtem i wymiarami do obu trzonów 7 tłoków w hydraulicznych uchwytach 6 maszyny wytrzymałościowej, opierających się o górną i dolną powierzchnię trzonu 7 tłoka uchwytu hydraulicznego 6, oraz odpowiednio – z dwóch górnych i dwóch dolnych zamiennych wkładek klinowych 5 usytuowanych po obu stronach płaskiej ściany próbki 1. Górna i dolna podstawa 4 jest ustalona w rowku prowadzącym klinowe wkładki maszyny wytrzymałościowej w trzonie 7 tłoka uchwytu hydraulicznego 6, odpowiednio górnego i dolnego. Z kolei zamienne wkładki klinowe 5 są dopasowane do rowka prowadzącego w podstawie 4 tak, że po zaciśnięciu próbki 1, dociskają podstawę 4 do trzonu 7 uchwytu hydraulicznego 6, tworząc silne połączenie podstawy 4 i próbki 1 z hydraulicznymi uchwytami 6. Podstawa 4 jest dodatkowo przykręcona do trzonu 7 uchwytu hydraulicznego 6 przy pomocy dwóch wkrętów 8, co zapobiega jej wypadnięciu po zwolnieniu próbki 1 z zacisku hydraulicznego. Ponadto, górny i dolny zespół chwytowy układu posiada po parze łączników 9 sprzęgających jego górną i dolną podstawę 4 odpowiednio z górnymi i dolnymi jarzmami 10 obejmującymi dwa bloki popierające próbkę 1 po obu stronach jej płaskich powierzchni. Każdy blok podpierający utworzony jest przez dwie płytki zewnętrzne 11, przylegające płaskimi powierzchniami do skrajnych, płaskich powierzchni pakietu płytek wewnętrznych 12. Bloki podpierające próbkę 1 są dociśnięte do jej płaskich, czołowych powierzchni przy pomocy dwóch par wkrętów 14 – górnej i dolnej – prostopadłych odpowiednio do dwóch par sworzni 15 – górnej i dolnej – oraz przechodzących przez otwory w nich wykonane, dzięki czemu istnieje możliwość regulacji odstępu między blokami podpierającymi dla próbek 1 o różnej grubości oraz regulacji siły tarcia między płaskimi, czołowymi powierzchniami próbki 1 a blokami podpierającymi. Sworznie 15 osadzone w jarzmach 10 przechodzą przez otwory wykonane na końcach płytek podpierających 11, 12. Każda z wewnętrznych i zewnętrznych płytek podpierających 11, 12 ma wykonany przelotowy otwór kołowy na jednym końcu i prostokątne przecięcie z półokrągłym zakończeniem na drugim końcu, tworzące otwarty na obwodzie otwór. Skrajne otwory przelotowe - zamknięte i otwarte na obwodzie, wykonane w sąsiednich płytkach 11, 12 są usytuowane naprzemiennie względem siebie i prostopadle do płaskiej, czołowej powierzchni próbki 1. Dodatkowo, układ według odmiany wynalazku, posiada górne i dolne zestawy płytek zamiennych 13 posiadających przelotowe otwory zamknięte na obwodzie – kołowe, przez które

przechodzą sworznie 15. Zamienne płytki 13 mają szerokość identyczną jak płytki zewnętrzne 11 i wewnętrzne 12. Płytki zamienne 13 montowane są w blokach podpierających, po usunięciu określonej liczby płytek wewnętrznych 12 w sposób przylegający od zewnątrz do jednego z pakietów płytek wewnętrznych 11. Zamiana określonej liczby płytek wewnętrznych 12 płytkami 13 ma na celu dopasowanie szerokości bloków podpierających próbkę 1 do szerokości próbki 1. Każdy rodzaj płytek 11, 12, 13 ma identyczną grubość w zakresie własnego pakietu, przy czym najgrubsze są zewnętrzne płytki 11, zaś grubość płytek wewnętrznych 12 oraz zamiennych 13 jest identyczna. Wysokość płytek podpierających zewnętrznych 11 i wewnętrznych 12 jest identyczna oraz jest wyraźnie większa niż wysokość płytek zamiennych 13, która jest równa wysokości jarzm 10. W ten sposób jarzma 10, wkręty 14 oraz sworznie 15 spinają pakiety płytek 11, 12 w układzie według wynalazku albo pakiety płytek 11, 12, 13 w ramach odmiany układu według wynalazku, dociskając je wzajemnie oraz dociskając pakiety płytek podpierających 11, 12 do płaskich powierzchni próbki 1. A zatem, całkowity, wzajemny przesuw płytek 11, 12 bloków podpierających, określający zakres odkształcenia próbki 1, jaki można realizować przy pomocy układu, jest określony przez długość prostokątnej części przecięcia w postaci otwartego na obwodzie otworu w kształcie litery „U” wykonanego w płytkach podpierających 11, 12.

Wszystkie łączniki 9 mają wykonane podłużne zagłębienia na końcach, od strony jarzm 10, dopasowane do ich szerokości, tworząc w ten sposób połączenie na zamek, pewnie przenoszące siły osiowe z podstawy 4 na jarzma 10 bez silnego dokręcania wkrętów 16 przechodzących przez otwory wykonane w łącznikach 9 i jarzmach 10, umożliwiającego wzajemne przesuwanie jarzm 10 przy zmianie grubości próbki 1 wskutek jej odkształcania.

Próbka 1 umieszczona pomiędzy dwoma blokami podpierającymi jest nieco krótsza od sumy wysokości bloku podpierającego i podwójnej wysokości zamiennych, ściskających wkładek klinowych 5 układu. Wysokość próbki 1 jest ustalana dla danego programu badania wytrzymałościowego. Wkręty 17 przy podstawach 4 układu, przechodzące przez otwory wykonane w łącznikach 9, są dokręcone w taki sposób, aby umożliwić tarciove przeniesienie siły z podstawy 4 układu na łącznik 9. Otwory w łączniku 9 pod wkręty 17 są poszerzone w kierunku pionowym dla zapewnienia regulacji czynnej długości łącznika 9. Otwory w łącznikach 9 pod wkręty 16 przy jarzmach 10 są poszerzone w kierunku poziomym dla zapewnienia zmiany odległości pomiędzy blokami podpierającymi. Jedna z par łączników 9 zaopatrzona jest w tensometryczny układ czujnikowy do pomiaru siły tarcia powstającej przy przesuwaniu płytek podpierających 11, 12 (bloków podpierających) względem powierzchni próbki 1. Układ czujnikowy stanowi zespół ośmiu elektrooporowych tensometrów 2 naklejonych w środkowej części obu łączników 9 i połączonych w układzie pełnego mostka.

Jedna z par zewnętrznych płytek podpierających 11 leżących naprzeciw siebie ma wykonane klinowe skosy skierowane do próbki 1, których długość jest większa od długości pomiarowej próbki 1. W skosy te wchodzi dwa ostrza 18 ekstensometru 3, które są dociskane do powierzchni bocznej próbki 1 za pomocą zespołu mocującego składającego się z półpierścienia 19 zamontowanego do jednego z jarzm 10, usytuowanego po drugiej stronie próbki 1, naprzeciw ekstensometru 3 oraz za pomocą elastycznych elementów łączących 20 w postaci sprężyn obejmujących półpierścienie 19 i przypiętych do wydłużonych zaczepów 21 ostrzy 18 ekstensometru 3. Szerokość rozstawienia zaczepów 21 ostrzy 18 ekstensometru jest większa od sumy grubości próbki 1 i szerokości dwóch bloków podpierających.

Po zamontowaniu do hydraulicznych uchwytów 6 maszyny wytrzymałościowej, układu według wynalazku albo jego odmiany, zawierającego próbkę 1, siła obciążenia maszyny jest przekazywana osiowo na próbkę 1 poprzez podstawy 4 układu i jego zamienne wkładki klinowe 5, w wyniku czego próbka 1 ulega odkształceniom. Podczas odkształcania próbki 1, ostrza 18 ekstensometru 3 przemieszczają się wraz nią. Jednocześnie przemieszczają się względem siebie zewnętrzne i wewnętrzne płytki podpierające 11, 12 bloków podpierających. Wzdłużne odkształcenia próbki 1 mierzone są za pomocą ekstensometru 3, zaś siła tarcia między próbką 1 a blokami podpierającymi – za pomocą układu mostka elektrooporowych tensometrów 2.

W ramach badań wytrzymałościowych rejestrowana jest krzywa naprężenie-odkształcenie próbki 1, przy czym odkształcenie określane jest na podstawie wskazań ekstensometru 3, zaś naprężenie określa się jako iloraz siły obciążającej próbkę i, odczytanej z rejestratora maszyny wytrzymałościowej, pomniejszonej o wartość siły tarcia odczytanej ze wskazań czujnikowego układu tensometrycznego siły tarcia oraz początkowego przekroju poprzecznego próbki 1

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do badań wytrzymałościowych cienkich elementów konstrukcyjnych, zwłaszcza blach, zawierający cienką, płaską próbkę wyciętą z materiału konstrukcyjnego, połączony z hydraulicznymi uchwytami maszyny wytrzymałościowej, posiadający w swej środkowej części dwa bloki podpierające próbkę po obu stronach jej płaskich, czołowych ścian, każdy zbudowany z pakietu płytek zewnętrznych i wewnętrznych opierających się powierzchniami bocznymi o próbkę, posiadających na jednym końcu otwór przelotowy o obwodzie zamkniętym, korzystnie kołowym, zaś na drugim – otwór przelotowy o obwodzie otwartym, korzystnie w kształcie litery „U”, tworzącym widełki, przy czym otwory o obwodzie zamkniętym i otwartym usytuowane są naprzemiennie w sąsiednich płytkach, a ponadto przez otwory te przechodzą dwa górne i dwa dolne sworznie osadzone odpowiednio w dwóch górnych i dwóch dolnych jarzmach dociskających wzajemnie płytki oraz ich pakiety do próbki za pomocą odpowiednio dwóch górnych i dwóch dolnych par wkrętów prostopadłych do sworzni, przechodzących przez otwory przelotowe w sworzniach i jarzmach po jednej stronie próbki, zaś po jej drugiej stronie, wkręconych w jarzma, **znamienny tym**, że ma jednakowe dwie podstawy (4) – górną i dolną, dopasowane do kształtu i wymiarów obu trzonów (7) tłoków w hydraulicznych uchwytach (6) maszyny wytrzymałościowej, opierające się odpowiednio o górną i dolną powierzchnię trzonu (7) tłoka hydraulicznego uchwytu (6) maszyny wytrzymałościowej, oraz jednakowe, odpowiednio – dwie górne i dwie dolne wkładki (5), korzystnie klinowe usytuowane po obu stronach płaskiej, czołowej ściany próbki (1), odpowiednio przy jej górnym i dolnym końcu, dociśnięte do niej oraz ma dwie pary – górną i dolną – łączników (9), korzystnie płaskich, poszerzonych po obu stronach z ukształtowanymi mocowaniami do jarzm (10) z jednej strony, zaś z drugiej strony do podstaw (4) i posiadających jednakowej szerokości przewężenie w środkowym odcinku, sprzęgających odpowiednio górną i dolną podstawę (4) odpowiednio z górnymi i dolnymi jarzmami (10) bloków podpierających próbkę (1), przy czym jedna z par łączników (9) ma zamocowany w przewężonym, środkowym odcinku czujnikowy układ, korzystnie tensometryczny, przeznaczony do pomiaru siły tarcia powstającej między blokami podpierającymi a próbką (1), a ponadto wszystkie łączniki (9) w poszerzonej, mocującej części mają wykonane podłużne zagłębienia na końcach od strony jarzm (10), dopasowane do ich szerokości, zaś każdy z dwóch bloków podpierających zbudowany jest z dwóch płytek zewnętrznych (11) oraz pakietu płytek wewnętrznych (12) w liczbie dopasowanej do szerokości części pomiarowej próbki (1), usytuowanych między płytkami zewnętrznymi (11), przylegających do siebie powierzchniami czołowymi, przy czym co najmniej jedna para zewnętrznych płytek podpierających (11) leżących naprzeciw siebie w blokach podpierających ma wykonane klinowe skosy skierowane do próbki (1), których długość jest większa od długości pomiarowej próbki (1), w które wchodzi dwa ostrza (18) ekstensometru (3) dociskane do powierzchni bocznej próbki (1) za pomocą elastycznych elementów łączących (20) owijających półpręście (19) usytuowany po przeciwnej stronie próbki (1) względem ekstensometru (3), przypiętych do zaczepów (21) ostrzy (18) ekstensometru (3).
2. Układ według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że zewnętrzne płytki podpierające (11) mają grubość większą od grubości wewnętrznych płytek podpierających (12), przy czym płytki podpierające (11, 12) mają jednakową grubość w ramach danego ich rodzaju.
3. Układ według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że czujnikowy układ do pomiaru siły tarcia powstającej między blokami podpierającymi a próbką (1) jest utworzony przez zespół elektrooporowych tensometrów (2) połączonych w układ pełnego mostka.
4. Układ według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że zaczepy (21) ostrzy (18) ekstensometru (3) są wydłużone, przy czym szerokość rozstawienia zaczepów (21) jest większa od sumy grubości próbki (1) i szerokości dwóch bloków podpierających.
5. Układ według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że ma górne i dolne pakiety płytek zamiennych (13), usytuowane odpowiednio na górnej i dolnej parze sworzni (15) w jarzmie (10), po zewnętrznych stronach pakietów płytek wewnętrznych (12) i zewnętrznych (11), przy czym pakiety zamiennych płytek (13) przylegają czołowo do płaskich, czołowych powierzchni wewnętrznych płytek podpierających (11) oraz posiadają otwory przelotowe o obwodzie zamkniętym, korzystnie kołowym, przez które przechodzą sworznie (15) osadzone w jarzmach (10),

a ponadto, grubość zamiennych płytek (13) równa jest grubości wewnętrznych płytek podpierających (12), szerokość płytek zamiennych (13) jest równa szerokości płytek podpierających (11, 12), zaś wysokość zamiennych płytek (13) jest identyczna z wysokością każdego z jarzm (10).

### Rysunki

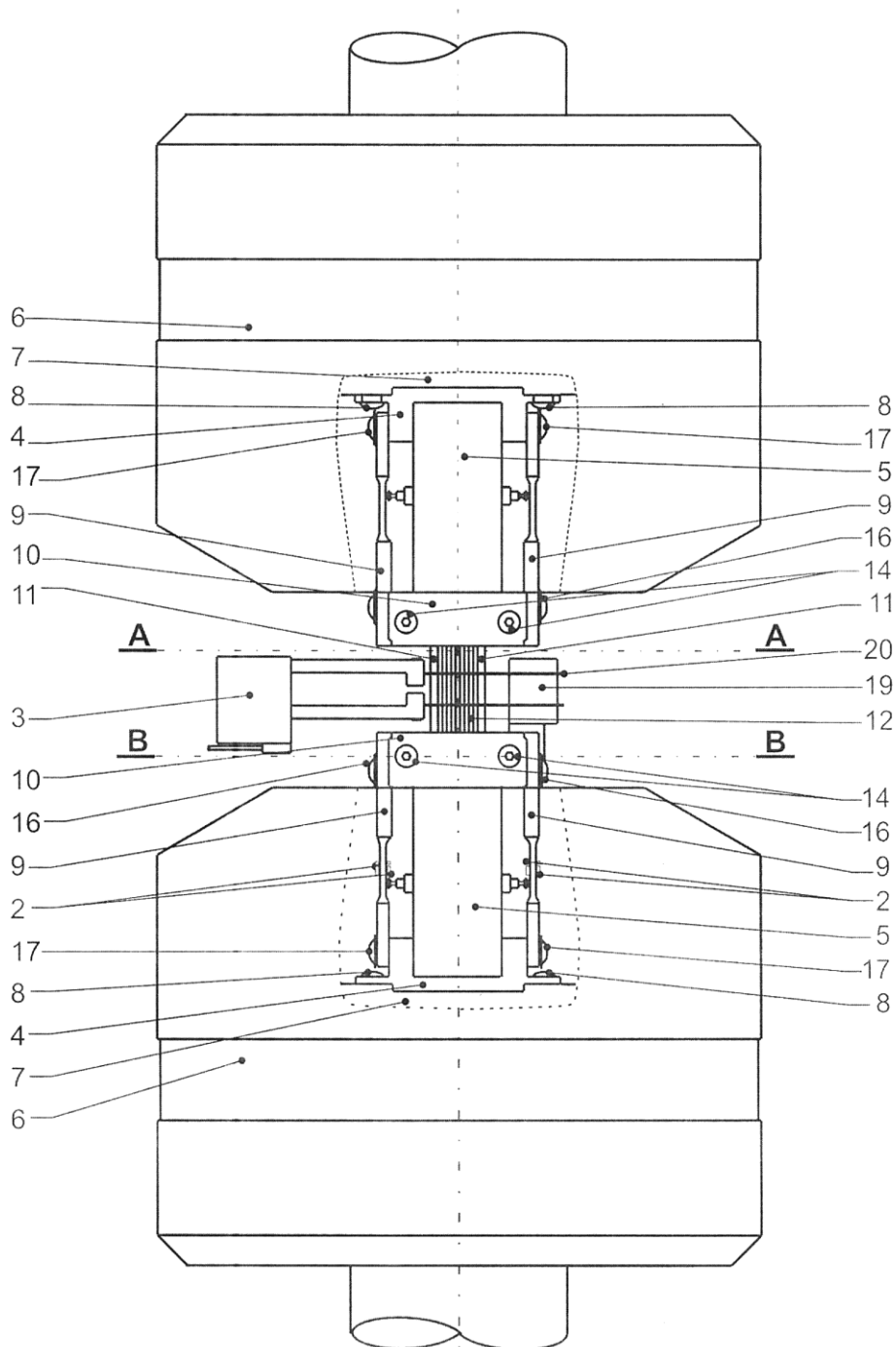


Fig. 1



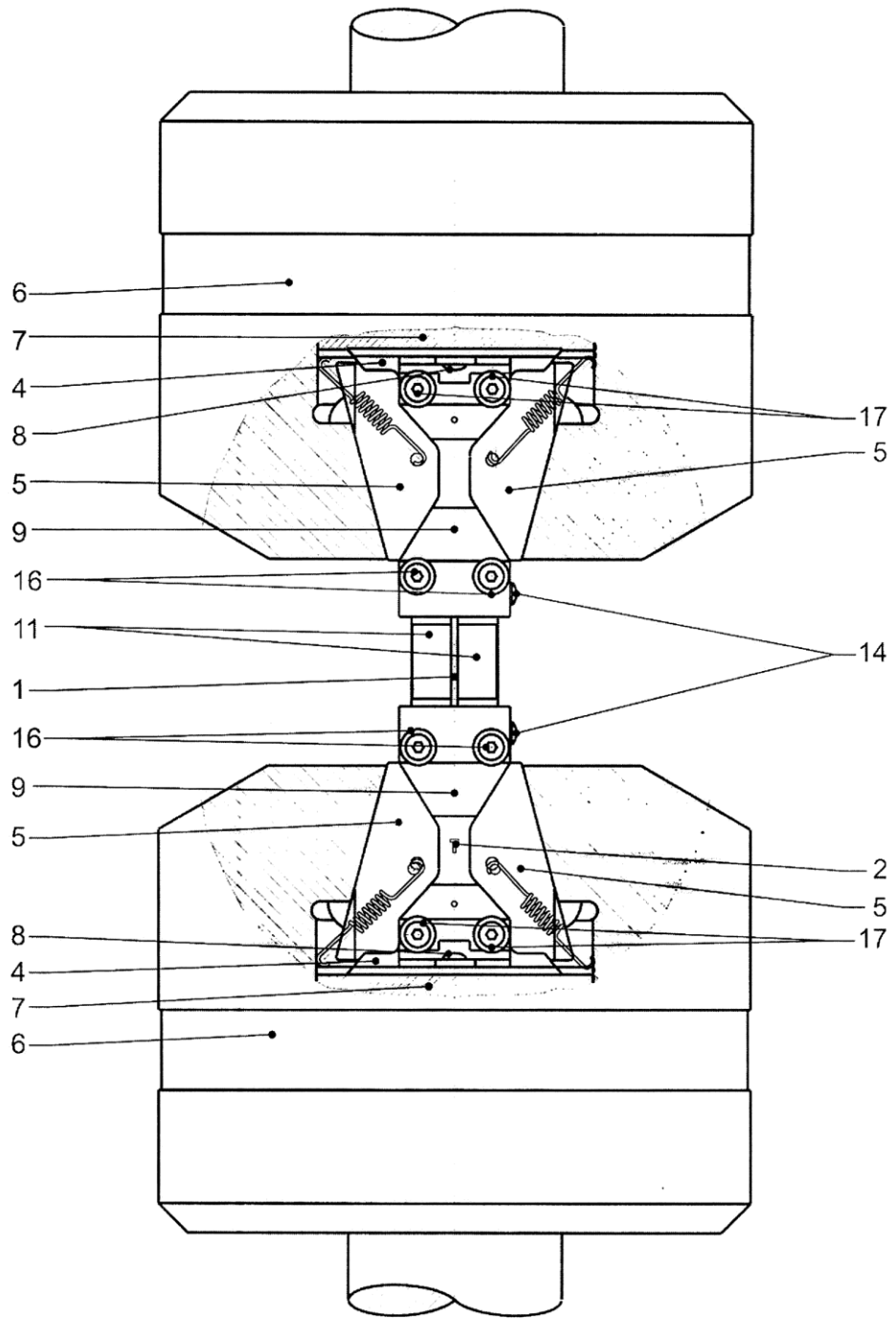
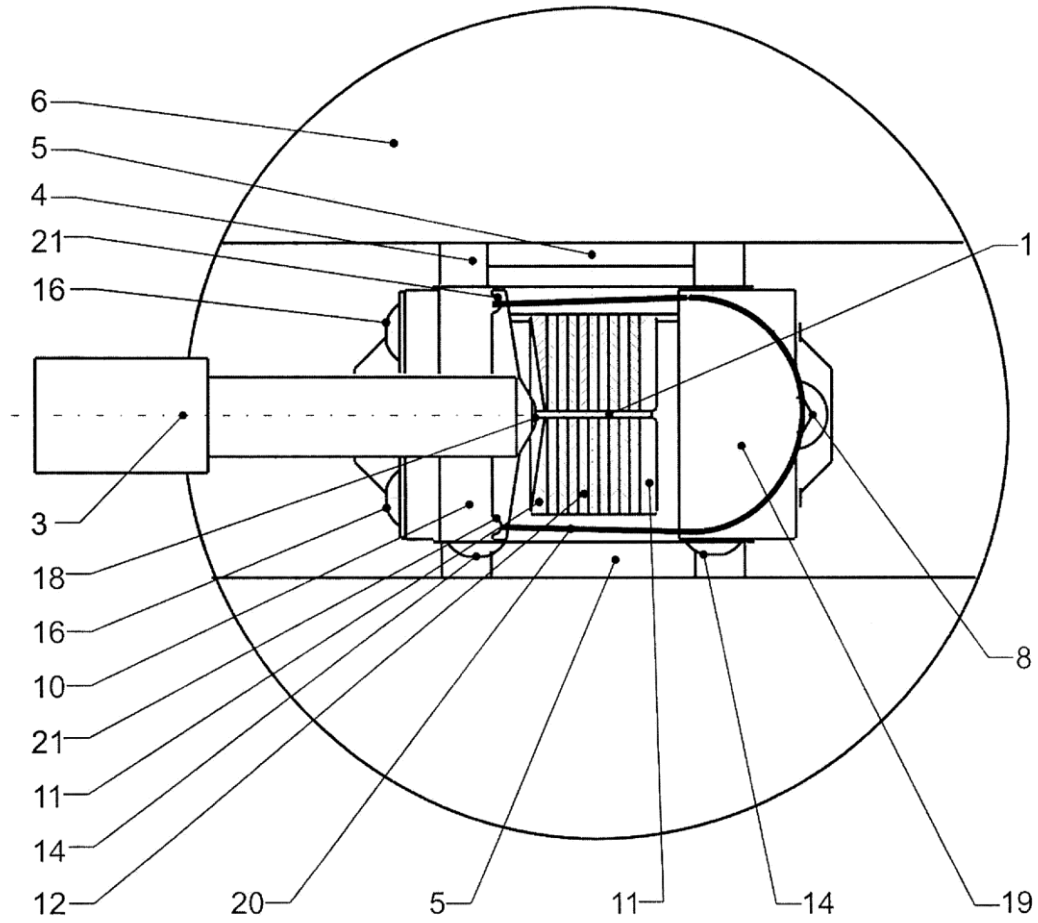


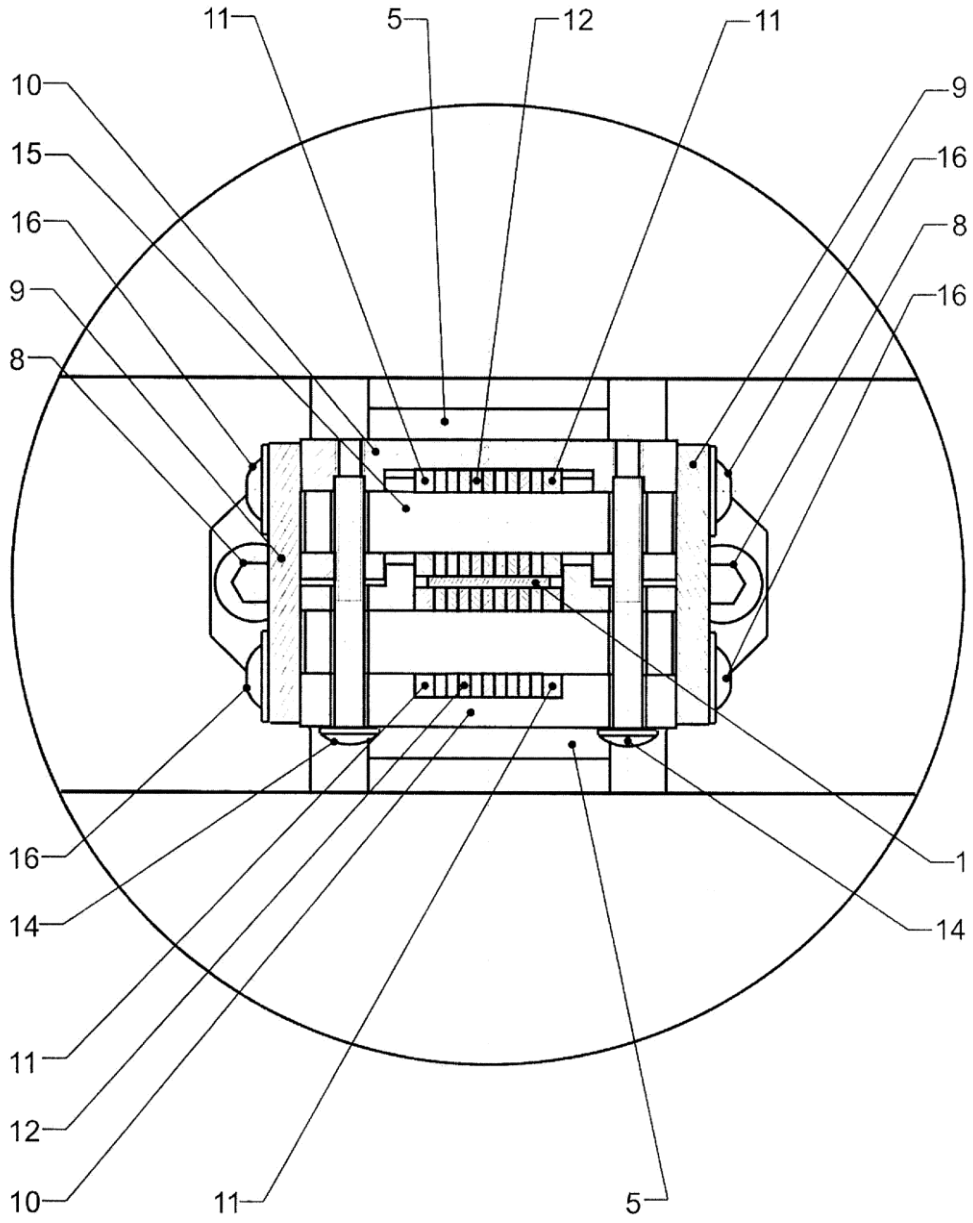
Fig. 2

A - A



**Fig.3**

B - B



**Fig. 4**

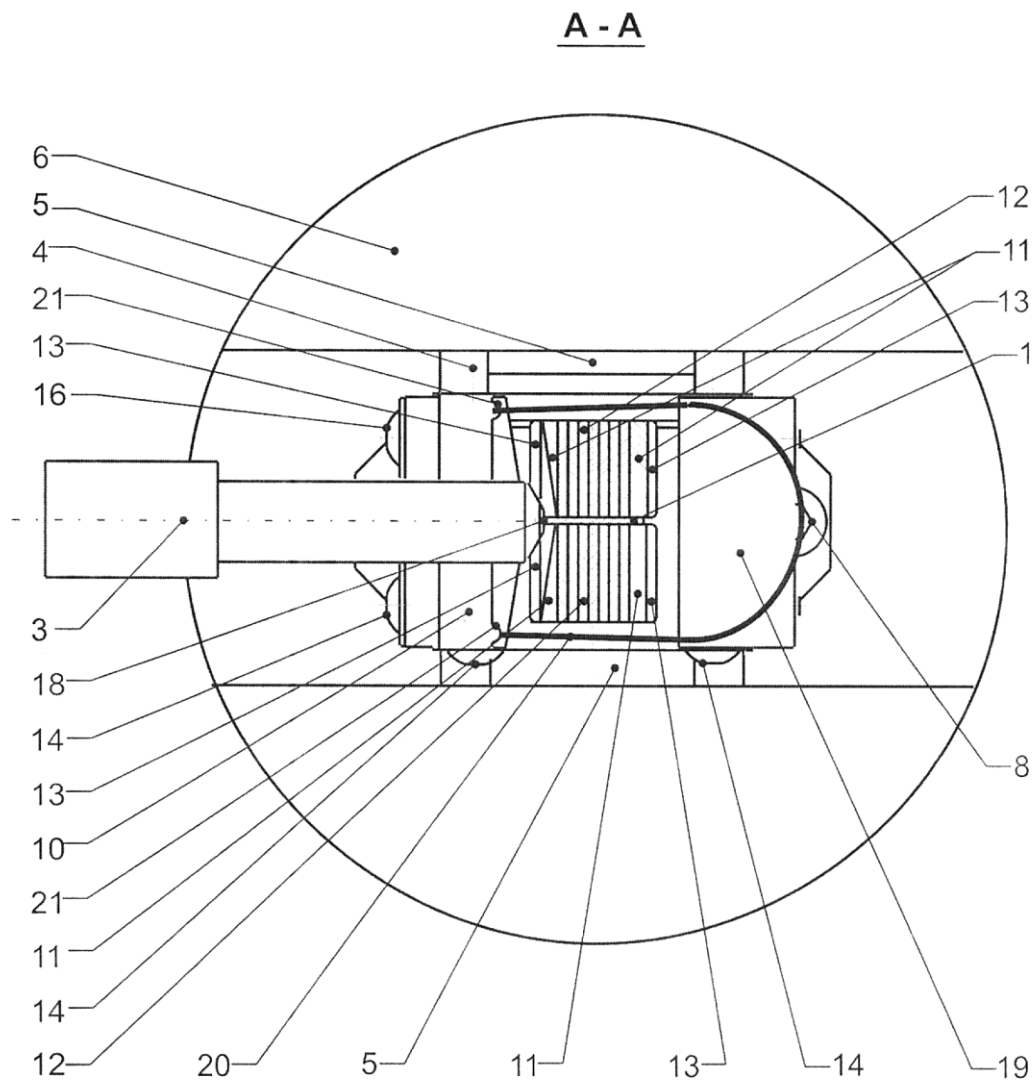


Fig.5

B - B

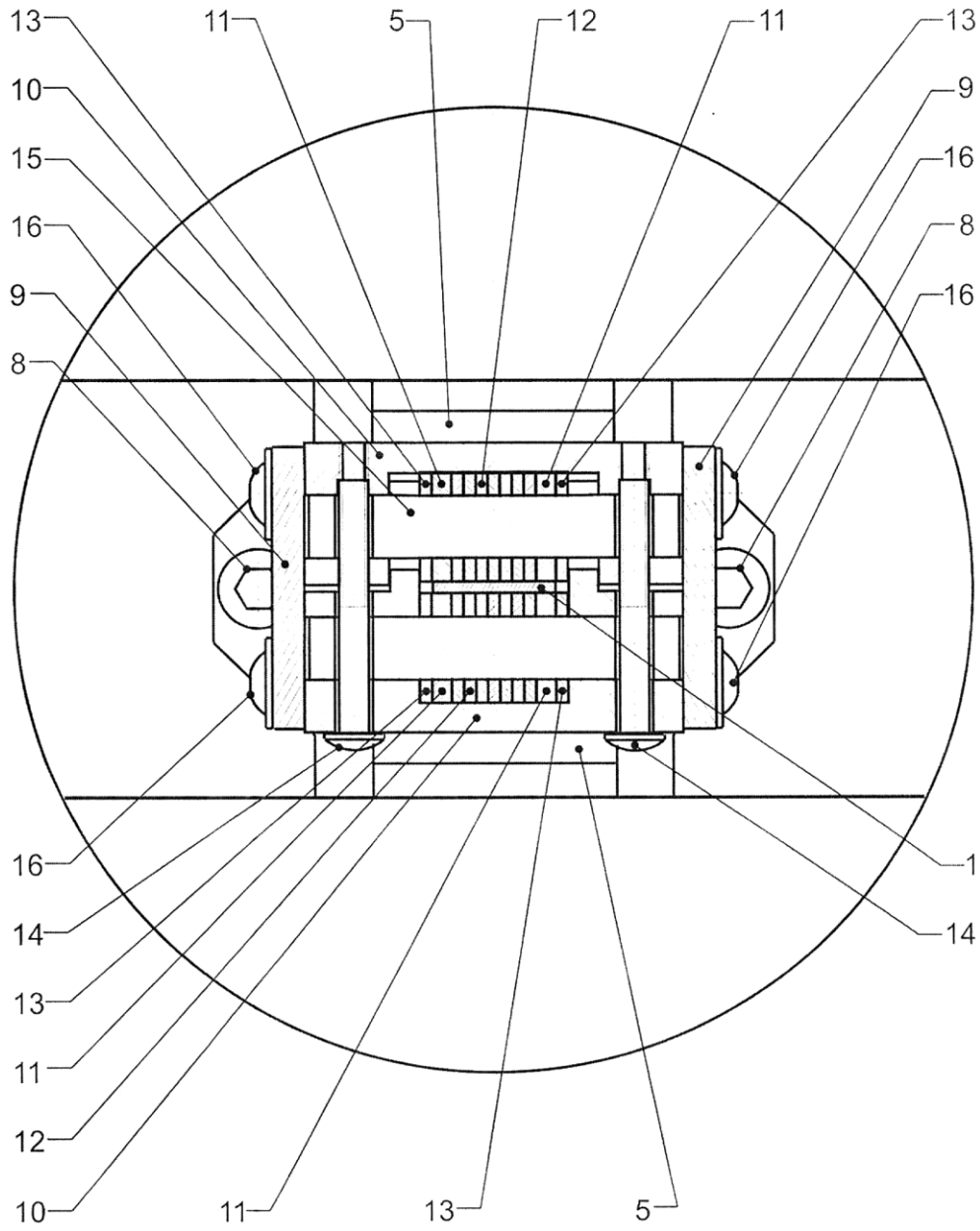


Fig. 6

