



УКРАЇНА

(19) UA (11) 24609 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 3/10
E02D 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СТАБІЛОМЕТР

1

2

(21) u200701143

(22) 05.02.2007

(24) 10.07.2007

(46) 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007 р.

(72) Ратушняк Георгій Сергійович, Волошин Олександр Борисович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Стабілометр, що містить розташовану всередині розбірного корпусу робочу камеру для зразка, виконану в вигляді куба зі стінками-штампами, які виконані жорсткими взаємно рухомими та підпружиненими відносно розбірного корпусу і зв'язаними за допомогою рухомих упорів зі штоками трьох гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємно перпендикулярно і з'єднані з трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить насосну установку та відгалуження статичного та динамічного навантаження, причому в відгалуженні статичного навантаження встановлений гідроакумулятор, а відгалуження динамічного навантаження містить електрогідролінійний підсилювач, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням, який має електричний зв'язок з електромеханічним перетворювачем електрогідролінійного підсилювача, а також вимірювальні прилади, виконані в вигляді манометрів та датчиків тиску і переміщення, електрично з'єднаних з узгоджувальним електронним блоком керування динамічним навантаженням, які є датчиками зворотного зв'язку відповідно за тиском в робочих порожнинах гідроциліндра та переміщенням його штока, який **відрізняється** тим, що кожний гідроциліндр виконаний подвійним з утворенням гідроциліндрів статичного та динамічного навантаження, робочі порожнини яких з'єднані відповідно з відгалуженнями статичного та динамічного навантаження окремо, крім того відгалуження статичного навантаження містить дроселювальний гідророзподільник з узгоджувальним електронним блоком керування статичним навантаженням, середня позиція дроселювального гідророзподільника виконана за схемою "закритий центр та закритий злив", який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний

вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням, як гідроакумулятор використаний пневмогідроакумулятор, який з'єднаний з напірною гідролінією статичного навантаження, яка з'єднана з виходом дроселювального гідророзподільника через двопозиційний чотирилінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого пневмогідроакумулятор має можливість почергового з'єднання з підпоршневою робочою порожниною гідроциліндра статичного навантаження або із зливом, крім того через дроселювальний гідророзподільник підпоршнева та штокова робочі порожнини гідроциліндра статичного навантаження мають можливість почергового з'єднання з напірною або зливною гідролініями відгалуження статичного навантаження, відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем підключені до насосної установки статичного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить редукційний клапан, який встановлений в напірній гідролінії насосної установки, та ізодромний коректувальний пристрій, гідролінійно підключений до електрогідролінійного підсилювача, який виконаний в вигляді однопотокового двокаскадного дроселювального гідророзподільника, керувальний каскад якого містить з'єднаний з електромеханічним перетворювачем корпус, в якому за допомогою різьбового з'єднання з можливістю повздовжнього регулювання розташовано сідло із пружно підтиснутим до нього дросельним елементом, виконаним в вигляді голки, підпружиненої з однієї сторони відносно торцевої проточки в сідлі, а з іншої - відносно пружинного сідла, з'єданого з осердям, яке підпружинено, електромеханічного перетворювача, причому голка розміщена в корпусі таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення, крім того керувальний каскад електрогідролінійного підсилювача має зворотний зв'язок за положенням осердя електромеханічного перетворювача, основний каскад електрогідролінійного підсилювача містить корпус, у внутрішній порожнині якого розташований плунжер, який виконаний двоступінчастим, із щільним ущільненням, зі сторони малого ступеня плунжер підтиснутий відносно одного торця корпусу за допомогою регульованої пружини до протилежного торця кор-

UA (19) 24609 (11) (13) U

пусу з утворенням більшим ступенем плунжера двох протилежних торцевих порожнин, одна з яких утворена більшим і малим ступенями плунжера та з'єднана з напірною гідролінією основного каскаду електрогідролічного підсилювача, яка з'єднана, в свою чергу, з підпоршневою робочою порожниною гідроциліндра динамічного навантаження, друга торцева порожнина, яка є керувальною, утворена більшим ступенем плунжера, причому регульована пружина має можливість діяти на торець малого ступеня плунжера через центральний шарнірний контакт за допомогою пружинного сідла, на поверхні більшого ступеня плунжера виконана центральна кільцева проточка з утворенням робочої кромки з виконаними на ній профільованими дросельними канавками, через які центральна кільцева проточка, яка з'єднана з напірною гідролінією основного каскаду електрогідролічного підсилювача, має можливість з'єднання з кільцевою розточкою в корпусі основного каскаду, яка з'єднана з напірною гідролінією редукційного клапана, яка, в свою чергу, через регульований дросель з'єднана з внутрішньою порожниною сідла через його поперечні отвори та розточку в корпусі керувального каскаду електрогідролічного підсилювача, яка з'єднана з торцевою керувальною порожниною основного каскаду електрогідролічного

ного підсилювача, крім того порожнина, яка утворена в корпусі керувального каскаду електрогідролічного підсилювача між сідлом та осердям електромеханічного перетворювача, з'єднана із зливом, крім того ізодромний коректувальний пристрій містить коректувальний регульований дросель та мембранний гідроциліндр, в корпусі якого розташована мембрана, яка виконана гофрованою та підтиснута з обох сторін регульованими пружинами з утворенням двох підмембранних робочих порожнин, які з'єднані між собою через коректувальний регульований дросель, одна з яких з'єднана з торцевою коректувальною порожниною основного каскаду електрогідролічного підсилювача, яка утворена малим ступенем плунжера, інша - з напірною гідролінією основного каскаду електрогідролічного підсилювача, стінки-штампи обладнані розташованими в їх тілах датчиками напружень, які є датчиками зворотного зв'язку за напруженнями в зразку, та електрично зв'язані з узгоджувальними електронними блоками керування статичним і динамічним навантаженням, крім того датчики тиску, які є датчиками зворотного зв'язку, встановлені в робочих порожнинах гідроциліндрів статичного навантаження і електрично зв'язані з узгоджувальними електронними блоками керування статичним навантаженням.

Корисна модель відноситься до техніки випробування матеріалів, а саме до пристроїв, призначених для випробувань зразків ґрунтів, будівельно-дорожніх матеріалів на деформування та міцність при різних режимах триосного навантаження.

Відомий стабілометр, що містить робочу камеру для зразка, який виконаний в вигляді кубу зі стінками-штампами, які виконані жорсткими взаємнорухомими та зв'язаними з трьома незалежними насосними установками, керівні та вимірювальні елементи, регульований дросель та гідронасос, а також генератор гідролічних імпульсів, який виконаний в вигляді підпружиненого двоступінчастого зливного клапану, керівні елементи, які виконані в вигляді трьох підпружинених золотників з розточками [див. а.с. СРСР №1602166, G01N3/10, E02D1/02, 1989р.].

Недоліком такого пристрою є неможливість створення статичного та динамічного навантаження, яке збільшується, зменшується, змінюється за складною траєкторією, а також обмежує можливість незалежно сполучати різні режими навантаження по трьом осям, в зв'язку з тим, що генератор коливань є спільним для трьох гідросистем.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого є стабілометр, що містить розташовану в середині розбірного корпусу робочу камеру для зразка, виконану в вигляді кубу зі стінками-штампами, які виконані жорсткими взаємнорухомими та підпружиненими відносно розбірного корпусу і зв'язаними за допомогою рухомих упорів зі штоками трьох гідроциліндрів, які розта-

шовані на корпусі взаємноперпендикулярно і з'єднані з трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить насосну установку та відгалуження статичного та динамічного навантаження, причому в відгалуженні статичного навантаження встановлений гідроаккумулятор, а відгалуження динамічного навантаження містить електрогідролічний підсилювач, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням, який має електричний зв'язок з електромеханічним перетворювачем електрогідролічного підсилювача, а також вимірювальні прилади, виконані в вигляді манометрів та датчиків тиску і переміщення, електрично з'єднаних з узгоджувальним електронним блоком керування динамічним навантаженням, які є датчиками зворотного зв'язку відповідно за тиском в робочих порожнинах гідроциліндра та переміщенням його штоку, відгалуження статичного і динамічного навантаження кожної незалежної гідросистеми виконані з можливістю почергового сполучення з напірною гідролінією насосної установки і гідроциліндром, електрогідролічний підсилювач, який виконаний двопотоковим [див. патент України №10570, G01N3/10, E02D1/02, 1996р.].

Недоліками прототипу є: обмежені функціональні можливості, так як неможливо окреме керування статичним та динамічним навантаженням зразка, який знаходиться в природних умовах під дією як динамічних, так й статичних навантажень, та створення різних режимів сполучень регульованих статичних та динамічних навантажень, крім

того, робота електрогідравлічного підсилювача залежить від забруднення робочої рідини, облітації та тертя дросельного елемента керівного каскаду, що впливає як на надійність роботи пристрою, так й на його амплітудно-частотні характеристики, що, в свою чергу, обмежує створення потрібних навантажень на зразок, крім того, функціональні можливості пристрою обмежені його динамічними властивостями, які залежать від пружних, демпфівувальних та інших характеристик зразків матеріалів, які у різних зразків різні, що призводить в прототипі, який не має корекції динамічних властивостей пристрою, до виникнення неприпустимих коливань, статичних помилок регульованих величин, крім того, відсутність датчиків напружень із зворотним зв'язком за величиною напружень, які виникають в зразку, не забезпечує необхідної точності випробувань.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого стабілометра, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається можливість розширення функціональних можливостей пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в стабілометрі, який містить розташовану в середині розбірного корпусу робочу камеру для зразка, виконану в вигляді кубу зі стінками-штампами, які виконані жорсткими взаємнорухомими та підпружиненими відносно розбірного корпусу і зв'язаними за допомогою рухомих упорів зі штоками трьох гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємноперпендикулярно і з'єднані з трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить насосну установку та відгалуження статичного та динамічного навантаження, причому в відгалуженні статичного навантаження встановлений гідроаккумулятор, а відгалуження динамічного навантаження містить електрогідравлічний підсилювач, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням, який має електричний зв'язок з електромеханічним перетворювачем електрогідравлічного підсилювача, а також вимірювальні прилади, виконані в вигляді манометрів та датчиків тиску і переміщення, електрично з'єднаних з узгоджувальним електронним блоком керування динамічним навантаженням, які є датчиками зворотного зв'язку відповідно за тиском в робочих порожнинах гідроциліндра та переміщенням його штоку, згідно з запропонованою корисною моделлю, кожний гідроциліндр виконаний подвійним з утворенням гідроциліндрів статичного та динамічного навантаження, робочі порожнини яких сполучені відповідно з відгалуженнями статичного та динамічного навантаження окремо, крім того, відгалуження статичного навантаження містить дроселювальний гідророзподільник з узгоджувальним електронним блоком керування статичним навантаженням, середня позиція дроселювального гідророзподільника виконана за схемою зачинений центр та зачинений злив, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантажен-

ням, в якості гідроаккумулятора використано пневмогідроаккумулятор, який з'єднаний з напірною гідролінією статичного навантаження, яка сполучена з виходом дроселювального гідророзподільника, через двохпозиційний чотирьохлінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого пневмогідроаккумулятор має можливість почергового сполучення з підпоршневою робочою порожниною гідроциліндра статичного навантаження або із зливом, крім того, через дроселювальний гідророзподільник підпоршнева та штокова робочі порожнини гідроциліндра статичного навантаження мають можливість почергового з'єднання з напірною або зливною гідролініями відгалуження статичного навантаження, відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем підключені до насосної установи статичного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить редуційний клапан, який встановлений в напірній гідролінії насосної установки, та ізодромний коректувальний пристрій, гідравлічно підключений до електрогідравлічного підсилювача, який виконаний в вигляді однопотокowego двокаскадного дроселювального гідророзподільника, керівний каскад якого містить з'єднаний з електромеханічним перетворювачем корпус, в якому за допомогою різьбового з'єднання з можливістю повздожнього регулювання розташовано сідло із пружно підтиснутим до нього дросельним елементом, виконаним в вигляді голки, підпружиненої з однієї сторони відносно торцевої проточки в сідлі, а з іншої - відносно пружинного сідла, з'єданого з осердям, яке підпружинено, електромеханічного перетворювача, причому голка розміщена в корпусі таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення, крім того, керівний каскад електрогідравлічного підсилювача має зворотний зв'язок за положенням осердя електромеханічного перетворювача, основний каскад електрогідравлічного підсилювача містить корпус, в внутрішній порожнині якого розташований плунжер, який виконаний двоступінчастим, із щільним ущільненням, зі сторони малого ступеня плунжер підтиснутий відносно одного торця корпусу за допомогою регульованої пружини до протилежного торця корпусу з утворенням більшим ступенем плунжера двох протилежних торцевих порожнин, одна з яких утворена більшим і малим ступенями плунжера та з'єднана з напірною гідролінією основного каскаду електрогідравлічного підсилювача, яка сполучена, в свою чергу з підпоршневою робочою порожниною гідроциліндра динамічного навантаження, друга торцева порожнина, яка є керівною, утворена більшим ступенем плунжера, причому регульована пружина має можливість діяти на торець малого ступеня плунжера через центральний шарнірний контакт за допомогою пружинного сідла, на поверхні більшого ступеня плунжера виконана центральна кільцева проточка з утворенням робочої кромки з виконаними на ній профільованими дросельними канавками, через які центральна кільцева проточка, яка сполучена з напірною гідролінією основного каскаду електрогідравлічного підсилювача, має можливість з'єднання з кільцевою розточкою в корпусі основного кас-

каду, яка сполучена з напірною гідролінією редукційного клапана, яка, в свою чергу, через регульований дросель з'єднана з внутрішньою порожниною сідла через його поперечні отвори та розточку в корпусі керівного каскаду електрогідрравлічного підсилювача, яка сполучена з торцевою керівною порожниною основного каскаду електрогідрравлічного підсилювача, крім того, порожнина, яка утворена в корпусі керівного каскаду електрогідрравлічного підсилювача між сідлом та осердям електромеханічного перетворювача, сполучена із зливом, крім того, ізодромний коректувальний пристрій містить коректувальний регульований дросель та мембранний гідроциліндр, в корпусі якого розташована мембрана, яка виконана гофрованою та підтиснута з обох сторін регульованими пружинами з утворенням двох підмембранних робочих порожнин, які з'єднані між собою через коректувальний регульований дросель, одна з яких сполучена з торцевою коректувальною порожниною основного каскаду електрогідрравлічного підсилювача, яка утворена малим ступенем плунжера, інша - з напірною гідролінією основного каскаду електрогідрравлічного підсилювача, стінки-штампи обладнані розташованими в їх тілах датчиками напружень, які є датчиками зворотного зв'язку за напруженнями в зразку, та електрично зв'язані з узгоджувальними електронними блоками керування статичним і динамічним навантаженням, крім того, датчики тиску, які є датчиками зворотного зв'язку, встановлені в робочих порожнинах гідроциліндрів статичного навантаження і електрично зв'язані з узгоджувальними електронними блоками керування статичним навантаженням.

На Фіг.1 представлена робоча камера стабілометра та відгалуження статичного навантаження однієї незалежної гідросистеми; на Фіг.2 - розріз А-А робочої камери на Фіг.1; на Фіг.3 - відгалуження динамічного навантаження однієї незалежної гідросистеми.

Стабілометр містить розбірний корпус 1 (Фіг.1) з робочою камерою 2 для зразка, яка виконана в вигляді кубу, утвореного стінками-штампами: рухомими вертикальними 3, 4, 5, 6 (Фіг.2), рухомою верхньою горизонтальною 7 та нерухомою нижньою горизонтальною 8, яка закріплена на основі розбірного корпусу 1. Всі рухомі стінки-штампи підпружинені відносно корпусу 1 за допомогою плунжерних штовхачів 9. Для завантаження та розвантаження зразків розбірний корпус 1 містить дві стінки: верхню 10 та бокову 11, які розташовані на шарнірах та виконані з можливістю відчинятися назовні і фіксуватися в зачиненому стані за допомогою відкидних болтів 12. Нерухома нижня горизонтальна стінка-штамп 8 містить змінну пористу вставку 13, порожнина якої сполучена отвором 14 та гідролінією 15 з системою водонасичення зразка, вимірювання кількості та перового тиску рідини, що віддренована. На стінках розбірного корпусу 1 розташовані взаємоперпендикулярно три подвійні гідроциліндри 15, 16, 17, кожний з яких містить гідроциліндри статичного та динамічного навантаження, які мають шток 18 та поршні 19, 20. Штоки 18 жорстко з'єднані з рухомими упорами 21. На

протилежних стінках розбірного корпусу 1 опозитно гідроциліндрам розміщені нерухомі опори 22. Стінки-штампи 3, 4, 5, 6, 7, які виконані взаємнорухомими, рухомо закріплені на упорах 21, 22 з можливістю ковзання в площині їх контакту. Подвійні гідроциліндри 15, 16, 17 з'єднані з трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження. Робочі порожнини 23, 24 кожного гідроциліндра статичного навантаження сполучені з відгалуженням статичного навантаження. Робоча порожнина 25 кожного гідроциліндра динамічного навантаження сполучена з відгалуженням динамічного навантаження. Відгалуження статичного навантаження містить пневмогідроакумулятор 26, який з'єднаний з напірною гідролінією статичного навантаження 27 через двохпозиційний чотирьохлінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 28, за допомогою якого пневмогідроакумулятор 26 має можливість почергового сполучення з робочою порожниною 23 гідроциліндра статичного навантаження або із зливом. Крім того, в відгалуженні статичного навантаження встановлений дроселювальний гідророзподільник 29 з узгоджувальним електронним блоком керування статичним навантаженням 30. Середня позиція дроселювального гідророзподільника 29 виконана за схемою зачинений центр та зачинений злив. Через дроселювальний гідророзподільник 29 робочі порожнини 23 та 24 гідроциліндра статичного навантаження мають можливість почергового з'єднання з напірною або зливною гідролініями насосної установки статичного навантаження 31, до якої підключені всі три відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем. Дроселювальний гідророзподільник 29 має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу Х на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням 30. Відгалуження динамічного навантаження містить редукційний клапан 32 (Фіг.3), встановлений в напірній гідролінії 33 насосної установки 34, електрогідрравлічний підсилювач, виконаний в вигляді однопотокового двокаскадного дроселювального гідророзподільника, який містить керівний каскад 35 і основний каскад 36, та ізодромний коректувальний пристрій, який містить коректувальний регульований дросель 37 і мембранний гідроциліндр 38. Електрогідрравлічний підсилювач має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу У на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням 39. В корпусі керівного каскаду 35 електрогідрравлічного підсилювача, який з'єднаний з електромеханічним перетворювачем 40, за допомогою різьбового з'єднання з можливістю повздовжнього регулювання розташовано сідло 41 із пружно підтиснутим до нього дросельним елементом. Дросельний елемент виконаний в вигляді голки 42, яка підпружинена з однієї сторони відносно торцевої проточки в сідлі 41, а з іншої - відносно пружинного сідла 43, яке з'єднане з підпружиненим осердям 44 електромеханічного перетворювача 40. Голка 42 розміщена в корпусі таким чином, що має можливість

осьового та радіального переміщення. Керівний каскад 35 електрогідролічного підсилювача має зворотний зв'язок за положенням осердя 44 електромеханічного перетворювача 40. В внутрішній порожнині корпусу основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача розташований плунжер 45, який виконаний двоступінчастим, із щільним ущільненням. Зі сторони малого ступеня плунжер 45 підтиснутий відносно одного торця корпусу за допомогою регульованої пружини 46 до протилежного торця корпусу з утворенням більшим ступенем плунжера двох протилежних торцевих порожнин. Одна з яких 47 утворена більшим і малим ступенями плунжера 45 та з'єднана з напірною гідролінією 48 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача, яка, в свою чергу, сполучена з підпоршневою робочою порожниною 25 гідроциліндра динамічного навантаження. Друга торцева порожнина 49, яка є керівною, утворена більшим ступенем плунжера 45. Регульована пружина 46 має можливість діяти на торець плунжера 45 через центральний шарнірний контакт 50 за допомогою пружинного сидла 51. На поверхні більшого ступеня плунжера 45 виконана центральна кільцева проточка 52 з утворенням робочої кромки з виконаними на ній профільованими дросельними канавками 53, через які центральна кільцева проточка 52, яка сполучена з напірною гідролінією 48 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача, має можливість з'єднання з кільцевою розточкою 54 в корпусі основного каскаду 36. Кільцева розточка 54 сполучена з напірною гідролінією 33 редукційного клапану 32, яка, в свою чергу, через регульований дросель 55 з'єднана гідролінією 56 з внутрішньою порожниною 57 сидла 41 через його поперечні отвори 58 та розточку 59 в корпусі керівного каскаду 35 електрогідролічного підсилювача. Гідролінія 56 сполучена з торцевою керівною порожниною 49 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача. В корпусі керівного каскаду 35 електрогідролічного підсилювача між сидлом 41 та осердям 44 електромеханічного перетворювача 40 утворена порожнина 60, яка сполучена із зливом. Мембранний гідроциліндр 38 містить мембрану 61, яка виконана гофрованою та підтиснута з обох сторін регульованими пружинами 62, 63, з утворенням двох підмембранних робочих порожнин 64, 65, одна з яких сполучена з торцевою коректувальною порожниною 66 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача, яка, в свою чергу, утворена малим ступенем плунжера 45. Друга підмембранна робоча порожнина 65 сполучена з напірною гідролінією 48 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача. Крім того, підмембранні робочі порожнини 64, 65 з'єднані між собою через коректувальний регульований дросель 37. Всі стінки-штампи обладнані розташованими в їх тілах датчиками напружень 67, які є датчиками зворотного зв'язку за напруженнями в зразку. В робочих порожнинах 23, 24, 25 подвійних гідроциліндрів 15, 16, 17 встановлені манометри 68 та датчики тиску 69, 70, 71. На стінках жорсткого корпусу 1 встановлені корпуса трьох датчиків переміщення 72 паралельно осям навантаження з активними елементами, які знаходяться в контакт

з рухомими стінками-штампами 3, 4, 7. Датчики тиску 69, 70, 71 та переміщення 72 є датчиками зворотного зв'язку відповідно за тиском в робочих порожнинах 23, 24, 25 подвійного гідроциліндра та переміщенням його штоку 18. Всі датчики пристрою електрично зв'язані відповідно з узгоджувальними електронними блоками статичного 30 і динамічного 39 навантаження.

Стабілометр працює наступним чином. Робота стабілометра проводиться за режимом навантаження, який визначається програмою випробувань. Підготовлений до випробувань зразок матеріалу завантажується в робочу камеру 2 через відчинені назовні верхню 10 та бокову 11 стінки жорсткого корпусу 1, які потім зачиняються та фіксуються за допомогою відкидних болтів 12. За допомогою підпружинених плунжерів 9 рухомі стінки-штампи 3, 4, 5, 6, 7 знаходяться в взаємному контакті з можливістю ковзання як в площині їх контакту, так й відносно рухомих та нерухомих упорів 21, 22 і нерухомої нижньої горизонтальної стінки-штампа 8. За допомогою гідролінії 15, отвору 14 та змінної пористої вставки 13 проводиться водонасичення зразка, вимірювання кількості та порового тиску рідини, яка віддренована в процесі навантаження зразка. Для створення статичного навантаження, тривалого в часі, робоча рідина під тиском від насосної установки статичного навантаження 31 подається через дроселювальні гідророзподільники статичного навантаження 29, напірні гідролінії статичного навантаження 27 в підпоршневі робочі порожнини 23 гідроциліндрів статичного навантаження подвійних гідроциліндрів 15, 16, 17 та через двохпозиційні чотирьохлінійні гідророзподільники з електромагнітним керуванням 28 - в пневмогідроакумулятори 26. В підпоршневих робочих порожнинах 23 тиск робочої рідини діє на поршні 19 з утворенням зусиль, які через штоки 18, рухомі упори 21 діють на три взаємно рухомі стінки-штампи 3, 4, 7. Останні, в свою чергу, починають рухатися, ковзаючи по поверхнях сполучених з ними двох стінок-штампів 5, 6, по поверхні нерухомої стінки-штампа 8 та по напрямним поверхням рухомих та нерухомих упорів 21, 22. В наслідок чого, відбувається об'ємне навантаження зразка в робочій камері 2. Після створення необхідних величин тиску в підпоршневих робочих порожнинах 23, або необхідних величин напружень в зразку, або необхідних величин деформацій в зразку, які вимірюються відповідними вимірювальними приладами: манометром 68, датчиками тиску 69, 70, датчиками напруження 67, датчиками переміщення 72, дроселювальні гідророзподільники 29 встановлюються в середню позицію, насосна установка статичного навантаження 31 відключається. В результаті зразок знаходиться в навантаженому стані від дії на поршні 19 тиску робочої рідини в напірних гідролініях статичного навантаження 27 та пневмогідроакумуляторах 26, які компенсують виткання робочої рідини із відгалужень статичного навантаження незалежних гідросистем. Створення статичних навантажень на зразок, які повільно змінюються: зростають або спадають, відбувається за допомогою дроселювальних гідророзподільників 29, які змінюють в напірних гідролініях

ролініях статичного навантаження 27 та в сполучених з ними підпоршневих робочих порожнинах 23, величини тиску робочої рідини в залежності від керівних електричних сигналів X, які змінюються відповідно заданої програми та надходять на вхід узгоджувальних електронних блоків керування статичним навантаженням 30 з урахуванням сигналів зворотного зв'язку від датчиків відповідно тиску 69, 70, переміщення 72 або напружень 67. При створенні комбінованого навантаження на зразок: статичного та динамічного навантажень одночасно, пневмогідроаккумулятори 26 від'єднуються від напірних гідроліній статичного навантаження 27 за допомогою двохпозиційних чотирьохлінійних гідророзподільників з електромагнітним керуванням 28 та з'єднуються із зливом. Для створення динамічних навантажень, які змінюються по складним траєкторіям або циклічно повторюються, включаються відгалуження динамічного навантаження незалежних гідросистем. В кожній незалежній гідросистемі перед початком навантаження зразка пружини голки 42 керівного каскаду 35 електрогідролінійного підсилювача настроюються за допомогою повздовжнього регулювання сідла 41 таким чином, щоб їх дія з урахуванням дії пружини електромеханічного перетворювача 40 на голку 42 створювала мінімальне початкове зусилля притискування до сідла 41. Можливість голки 42 осьового та радіального переміщення дозволяє їй самостійно вибирати потрібне розташування відносно сідла 41. Все це дозволяє звести зону нечутливості до тиску керівного каскаду 35 електрогідролінійного підсилювача до мінімуму. Крім того, зворотний зв'язок за положенням осердя 44 знижує гістерезис в характеристиці залежності тиску на виході з керівного каскаду 35 електрогідролінійного підсилювача від вхідного електричного сигналу У. В початковому стані голка 42 під дією електричного сигналу У відводиться вправо від сідла 41 на величину, при якій плунжер 45 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача буде знаходитися в крайньому правому положенні під дією пружини 46, та з'єднуючі гідролінію 56 через розточку 59 в корпусі керівного каскаду 35 електрогідролінійного підсилювача, поперечні отвори 58 в сідлі 41, внутрішню порожнину 57 сідла 41 та порожнину 60 зі зливом. Після включення насосної установки 34 в напірній гідролінії 33 редукційного клапану 32 встановлюється необхідна величина тиску. Вхідний електричний сигнал У, який змінюється відповідно заданої програми, надходить на вхід узгоджувального електронного блока керування динамічним навантаженням 39, в якому електричний сигнал від відповідних датчиків 67, 71, або 72 про відхилення регульованих величин від заданих рівнів підсилюється та подається на електромеханічний перетворювач 40. Електромеханічний перетворювач 40 зміщує осердя 44 з пружинним сідлом 43 і голку 42 із початкового положення в положення, яке відповідає керівному електричному сигналу. В результаті в гідролінії 56, яка знаходиться між регульованим дроселем 55 та дроселювальною щільною, яка утворюється між робочою кромкою сідла 41 та голкою 42 та з'єднана зі зливом, встановлюється тиск, пропорційний керівному

електричному сигналу. Цей тиск передається в керівну торцеву порожнину 49 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача та починає діяти на торець плунжера 45. Плунжер 45 починає зміщуватися вліво та з'єднувати через виконані на його робочій кромці профільовані канавки 53, які забезпечують лінійний характер залежності витрати робочої рідини від переміщення плунжера 45, центральну кільцеву проточку 52 в плунжері 45 з кільцевою розточкою 54 в корпусі основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача. Плунжер 45 зміщується на величину, яка визначається з однієї сторони тиском робочої рідини в торцевій керівній порожнині 49, а з іншої - тиском робочої рідини в торцевій порожнині 47, яка сполучена з напірною гідролінією 48 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача, тиском робочої рідини в коректувальній торцевій порожнині 66 та зусиллям регульованої пружини 46. Регульована пружина 46 діє на торець малого ступеня плунжера 45 через пружинне сідло 51 та центральний шарнірний контакт 50. Таким чином, підпоршнева робоча порожнина 25 гідроциліндра динамічного навантаження через напірну гідролінію 48 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача сполучається з напірною гідролінією 33 редукційного клапану 32 за допомогою дроселювальної щільності, яка утворюється робочими кромками плунжера 45 та кільцевої розточки 54. Дія головного від'ємного зворотного зв'язку за тиском на виході основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача полягає в наступному. При підвищенні тиску в підпоршневій робочій порожнині 25 гідроциліндра 15, обумовленого зміною робочого навантаження в робочій камері 2, тиск в торцевій порожнині 66 збільшується. В результаті плунжер 45 переміщується вправо, зменшуючи дроселювальну щільність та відповідно тиск в напірній гідролінії 48 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача. При зменшенні тиску в підпоршневій робочій порожнині 25 плунжер 45 переміщується вліво, збільшуючи дроселювальну щільність та відповідно тиск в напірній гідролінії 48 основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача. Тобто, тиск робочої рідини на виході основного каскаду 36 електрогідролінійного підсилювача підтримується автоматично на одному рівні незалежно від зміни робочого навантаження в робочій камері 2. Крім того, дія головного зворотного зв'язку полягає також в тому, що в підпоршневій робочій порожнині 25 встановлюється тиск, пропорційний вхідному сигналу У на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням 39 з урахуванням сигналу від датчика тиску 71 про відхилення регульованої величини тиску від заданого рівня. Додатковий гнучкий від'ємний зворотний зв'язок за похідною від тиску в підпоршневій робочій порожнині 25 гідроциліндра 15 утворюється за допомогою мембрани 61, плунжера 45 та коректувального регульованого дроселя 37. За допомогою регульованих пружин 62, 63 та регульованого дроселя 37 настроюється стала часу ізодромного коректувального пристрою. При переміщенні плунжера 45 вліво від нейтрального положення мембрана 61 під тиском, який збільшується внаслідок

збільшення дроселювальної щілини, також зміщується вліво. Крім того, робоча рідина через коректувальний регульований дросель 37 поступає з напірної гідролінії 48 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача в коректувальну торцеву порожнину 66. Внаслідок чого починає підвищуватися тиск в коректувальній торцевій порожнині 66 до тих пір, доки сумарна дія цього тиску, тиску в торцевій порожнині 47 та зусилля регульованої пружини 46 на плунжер 45 не перевищать дію тиску в керівній торцевій порожнині 49. В результаті, плунжер 45 починає переміщуватися вправо, зменшуючи дроселювальну щілину, що призводить до падіння тиску в напірній гідролінії 48 основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача. Тиск в коректувальній торцевій порожнині 66 починає падати, так як заповнення об'єму, який вивільняється при русі плунжера 45, відбувається через коректувальний регульований дросель 37. Знову виникає на торцях плунжера 45 в торцевих порожнинах 66 та 49 перепад тиску, який повертає плунжер 45 до нейтрального положення. Вхідною величиною іздромного гнучкого зворотного зв'язку є перепад тиску на мембрані 61, а вихідною - хід плунжера 45. Після того, як тиск в напірній гідролінії 48 основного каскаду 36 елект-

рогідролічного підсилювача досягне усталеного значення, дія зворотного зв'язку на плунжер 45 припиняється. Завдяки додатковому іздромному зворотному зв'язку не виникає статичної помилки через наявність позиційного навантаження на поршень 20 гідроциліндра 15. Коректувальна дія додаткового іздромного гнучкого від'ємного зворотного зв'язку ґрунтується на тому, що площа дроселювальної щілини, яка утворена робочими кромками плунжера 45 та кільцевої розточки 54 в корпусі основного каскаду 36 електрогідролічного підсилювача, через яку поступає енергія в подвійний гідроциліндр 15, регулюється не тільки головним від'ємним зворотним зв'язком за зміною тиску в підпоршневій робочій порожнині 25 або положенням поршня 20 подвійного гідроциліндра 15, але й за похідною зміни цього тиску. Після закінчення випробувань зразка робоча рідина від насосної установки статичного навантаження 31 через дроселювальний гідророзподільник 29 подається в робочі порожнини 24 подвійних гідроциліндрів 15, 16, 17. Рухомі стінки-штампи 3, 4, 7 відводяться від зразка, стінки 10, 11 відчиняються назовні і зразок вивантажується з робочої камери 2.



