



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40952 (13) U
(51) МПК (2009)
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) u200814721

(22) 22.12.2008

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл.№ 8, 2009 р.

(72) РАТУШНЯК ГЕОРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ, UA, ВО-
ЛОШИН ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Стабілометр, що містить робочу камеру, розташовану всередині корпусу й виконану у вигляді куба зі стінками-штампами, підпружиненими за допомогою плунжерних штовхачів відносно корпусу й розташованими на рухомих і нерухомих опорах, причому стінки-штампи зв'язані за допомогою рухомих опор зі штоками трьох подвійних гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємно перпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, крім того, в стінках-штампах встановлені датчики напружень, корпус обладнаний датчиками переміщень, відгалуження статичного навантаження, яке сполучено через напірну і зворотну гідролінії статичного навантаження відповідно з підпоршневою і штоковою робочими порожнинами подвійного гідроциліндра, в яких встановлені датчики тиску, містить узгоджувальний електронний блок керування статичним навантаженням і дросельовальний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням, пневмогідроаккумулятор, який з'єднаний через гідророзподільник з електромагнітним керуванням з напірною гідролінією статичного навантаження, відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем підключені до насосної установки статичного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, електрогідралічний підсилювач, коректувальний пристрій, причому електрогідралічний підсилювач містить керувальний і основний каскади, керувальний каскад містить з'єднаний з електромеханічним перетворювачем корпус, в якому за допомогою нарізного з'єднання з можливістю повздовжнього регулювання розташовано сідло із пружно підтис-

нутим 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 електромеханічного перетворювача, яке підпружинено, причому голка розміщена в корпусі таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення, основний каскад містить золотник, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої і керувальної порожнин, причому керувальна порожнина сполучена із керувальним каскадом, який, в свою чергу, з'єднаний із напірною гідролінією насосної установки динамічного навантаження через регульований дросель, крім того, напірна гідролінія основного каскаду сполучена з робочою порожниною подвійного гідроциліндра, в який встановлений датчик тиску, який **відрізняється** тим, що коректувальний пристрій виконаний в вигляді пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, який містить два мембранні гідроциліндри і чотири коректувальні регульовані дроселі, причому підмембранні робочі порожнини кожного мембранного гідроциліндра з'єднані між собою через два коректувальні регульовані дроселі, які встановлено послідовно, причому місце з'єднання першого і другого коректувальних регульованих дроселів, які сполучені з першим мембранним гідроциліндром, сполучено з другою підмембранною робочою порожниною другого мембранного гідроциліндра, місце з'єднання третього і четвертого коректувальних регульованих дроселів сполучено з напірною гідролінією основного каскаду електрогідралічного підсилювача, перша підмембранна робоча порожнина першого мембранного гідроциліндра з'єднана з торцевою порожниною в основному каскаді електрогідралічного підсилювача, крім того, в осьових отворах плунжерних штовхачів з можливістю обертання закріплені кульки, навколо яких на плунжерних штовхачах встановлені манжетні кільця, датчики переміщень встановлені на подвійних гідроциліндрах паралельно осям навантаження, рухомі елементи яких сполучені зі штоками подвійних гідроциліндрів, відгалуження статичного навантаження містить коректувальний пристрій статичного навантаження, виконаний в вигляді електронного пропорційно-інтегрально-

(19) UA (11) 40952 (13) U

диференціовального регулятора, встановленого в ланцюзі зворотного зв'язку між датчиками тиску, переміщення і напружень та узгоджувальним електронним блоком керування статичним навантаженням, також в відгалуженні статичного навантаження встановлений регульований дросель, датчик тиску, гідророзподільник з електромагнітним керуванням, виконаний трипозиційним, середня позиція якого виконана за схемою "закритий центр та закритий злив", крім того, встановлений двопозиційний чотирилінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого відгалуження статичного навантаження має можливість від'єднання від напірної і зворотної гідроліній статичного навантаження, а також встанов-

лені датчики зусилля в відгалуженні динамічного навантаження в керувальному каскаді електрогідравлічного підсилювача між сідлом і пружиною, в основному каскаді в торцевій порожнині між упором регульовального пристрою і регульованою пружиною, в мембранних гідроциліндрах коректувального пристрою між регульованими пружинами і упорами регульовальних пристроїв, крім того, в напірній гідролінії основного каскаду встановлено датчик тиску і двопозиційний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого відгалуження динамічного навантаження має можливість від'єднання від напірної гідроліній основного каскаду.

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 тривісного навантаження.

Відомий стабілометр, що містить робочу камеру, розташовану в середині корпусу й виконану у вигляді кубу зі стінками-штампами, підпружиненими відносно корпусу й розташованими на рухомих і нерухомих опорах, причому стінки-штампи зв'язані за допомогою рухомих опор зі штоками трьох подвійних гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємно перпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, електрогідравлічний підсилювач, коректувальний пристрій, вимірювальні прилади, причому електрогідравлічний підсилювач містить керувальний і основний каскади, основний каскад містить золотник, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої і керувальної порожнин, причому керувальна порожнина сполучена із напірною гідролінією керувального каскаду, яка, в свою чергу, з'єднана із напірною гідролінією насосної установки через регульований дросель, крім того, напірна гідролінія основного каскаду має можливість з'єднання через дросельовальну щілину, яка утворена робочою кромкою золотника і кільцевою розточкою основного каскаду, з напірною гідролінією насосної установки, коректувальний пристрій містить мембранний гідроциліндр з утворенням двох підмембранних робочих порожнин, які з'єднані між собою через коректувальний регульований дросель, причому перша підмембранна робоча порожнина сполучена з напірною гідролінією основного каскаду, золотник виконаний двоступінчастим, торцева порожнина, яка утворена золотником, сполучена з напірною гідролінією основного каскаду, торцева коректувальна порожнина, яка утворена малим ступенем золотника, з'єднана з другою підмембранною робочою порожниною [див. патент України №24609 U, G01N3/10, E02D1/02, бюл. №10, 2007р.].

Недоліком пристрою є обмеженість функціональних можливостей, так як динамічні властивості стабілометра залежать від підвищених сил сухого тертя, які виникають у площинах ковзання між стінками-штампами та опорами через постійну присутність у них частинок ґрунту, крім того, потрапляння частинок ґрунту в зазор між стінками-штампами й опорами призводить до взаємного перекошування їх напрямних поверхонь, що обмежує як роботоздатність пристрою, так і режими його роботи, збільшує похибки в результатах вимірювань основних параметрів гідроприводів і зразків ґрунту, крім того, двоступінчасте виконання золотника основного каскаду електрогідравлічного підсилювача призводить до виникнення підвищених сил сухого тертя на ньому, що, в свою чергу, знижує чутливість основного каскаду електрогідравлічного підсилювача до керувальних сигналів, крім того, принцип роботи основного каскаду електрогідравлічного підсилювача заснований на схемі проточної камери, яка утворена поміж постійним та регульовальним дроселями, що забезпечує невелику чутливість його до керувальних сигналів та відповідно невеликої точності керування процесом навантаження зразка.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого є стабілометр, що містить робочу камеру, розташовану в середині корпусу й виконану у вигляді кубу зі стінками-штампами, підпружиненими за допомогою плунжерних штовхачів відносно корпусу й розташованими на рухомих і нерухомих опорах, причому стінки-штампи зв'язані за допомогою рухомих опор зі штоками трьох подвійних гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємно перпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, крім того, в стінках-штампах встановлені датчики напружень, корпус обладнаний датчиками переміщень, відгалуження статичного навантаження, яке сполучено через напірну і зворотну гідроліній статичного навантаження відповідно з підпоршневою і штоковою робочими порожнинами подвійного гідроциліндра, в яких встановлені датчики тиску, містить узгоджувальний електронний блок керування статичним навантаженням і дросельовальний гідророзподільник з електромагніт-

ним керуванням, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням, пневмогідроакумулятор, який з'єднаний через гідророзподільник з електромагнітним керуванням з напірною гідролінією статичного навантаження, відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем підключені до насосної установки статичного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, електрогідролінійний підсилювач, коректувальний пристрій, причому електрогідролінійний підсилювач містить керувальний і основний каскади, керувальний каскад містить з'єднаний з електромеханічним перетворювачем корпус, в якому за допомогою нарізного 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 електромеханічного перетворювача, яке підпружинено, причому голка розміщена в корпусі таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення, основний каскад містить золотник, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої і керувальної порожнин, причому керувальна порожнина сполучена із керувальним каскадом, який, в свою чергу, з'єднаний із напірною гідролінією насосної установки динамічного навантаження через регульований дросель, крім того, напірна гідролінія основного каскаду сполучена з робочою порожниною подвійного гідроциліндра, в який встановлений датчик тиску, коректувальний пристрій виконаний в вигляді ізодромного регулятора, який містить регульований дросель і мембранний гідроциліндр [див. патент України №31167 U, G01N3/10, E02D1/02, бюл. №6, 2008р.].

Недоліком прототипу є обмеженість функціональних можливостей, так як динамічні властивості стабілометра залежать від диференціального закону регулювання коректувального пристрою, який не дозволяє усунути вплив сталих складових помилок й забезпечити повну компенсацію швидкісних помилок; даний коректувальний пристрій за можливістю настроювання не є універсальним, тобто не дозволяє виконувати різні складні закони регулювання в залежності від режимів та схем динамічного навантаження зразків ґрунтів із різними характеристиками; крім того, динамічні властивості стабілометра залежать від підвищених сил сухого тертя, які виникають у площинах ковзання поміж плунжерними штовхачами і внутрішніми поверхнями корпусу стабілометра; також в відгалуженнях статичного навантаження незалежних гідросистем виникають неприпустимі коливання тиску від впливу змін тиску в відгалуженнях динамічного навантаження; ускладнено настроювання необхідних динамічних параметрів стабілометра в зв'язку з тим, що невідоме зусилля стискання регульованих пружин, які розміщені в коректувальному пристрої і електрогідролінійному підсилювачі; крім того, недоліком пристрою є низька точність вимірювань осьових деформацій зразка ґрунту,

яка обумовлена тим, що на покази датчиків переміщення впливають технологічні відхилення форми і розташування поверхонь стінок-штампів, які переміщуються перпендикулярно осям датчиків переміщення, а також потрапляння частинок ґрунту в місце контакту стінки-штампу та рухомого елемента датчика переміщення і стирання торцевої поверхні останнього.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення стабілометра, у якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається можливість забезпечення потрібної статичної й динамічної точності, виконання різних складних законів регулювання в залежності від режимів та схем динамічного навантаження зразків ґрунтів із різними характеристиками, а також зменшення сил сухого тертя в рухомих з'єднаннях, крім того, досягається можливість зменшення неприпустимих коливань у відгалуженнях статичного навантаження незалежних гідросистем, спрощення настроювання необхідних динамічних параметрів стабілометра, а також підвищення точності вимірювань осьових деформацій зразків ґрунту.

Поставлена задача вирішується тим, що в стабілометрі, що містить робочу камеру, розташовану в середині корпусу й виконану у вигляді кубу зі стінками-штампами, підпружиненими за допомогою плунжерних штовхачів відносно корпусу й розташованими на рухомих і нерухомих опорах, причому стінки-штампи зв'язані за допомогою рухомих опор зі штоками трьох подвійних гідроциліндрів, які розташовані на корпусі взаємно перпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, крім того, в стінках-штампах встановлені датчики напружень, корпус обладнаний датчиками переміщень, відгалуження статичного навантаження, яке сполучено через напірну і зворотну гідролінії статичного навантаження відповідно з підпоршневою і штоковою робочими порожнинами подвійного гідроциліндра, в яких встановлені датчики тиску, містить узгоджувальний електронний блок керування статичним навантаженням і дросельований гідророзподільник з електромагнітним керуванням, який має можливість забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням, пневмогідроакумулятор, який з'єднаний через гідророзподільник з електромагнітним керуванням з напірною гідролінією статичного навантаження, відгалуження статичного навантаження трьох незалежних гідросистем підключені до насосної установки статичного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, електрогідролінійний підсилювач, коректувальний пристрій, причому електрогідролінійний підсилювач містить керувальний і основний каскади, керувальний каскад містить з'єднаний з електромеханічним перетворювачем корпус, в якому за допомогою нарізного 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'єднаного з осердям електромеханічного перетворювача, яке підпружинено, причому голка розміщена в корпусі таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення, основний каскад містить золотник, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої і керувальної порожнини, причому керувальна порожнина сполучена із керувальним каскадом, який, в свою чергу, з'єднаний із напірною гідролінією насосної установи динамічного навантаження через регульований дросель, крім того, напірна гідролінія основного каскаду сполучена з робочою порожниною подвійного гідроциліндра, в який встановлений датчик тиску, згідно з запропонованою корисною моделлю коректувальний пристрій виконаний в вигляді пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, який містить два мембранні гідроциліндри і чотири коректувальні регульовані дроселі, причому підмембранні робочі порожнини кожного мембранного гідроциліндра з'єднані між собою через два коректувальні регульовані дроселі, які встановлено послідовно, причому місце з'єднання першого і другого коректувальних регульованих дроселів, які сполучені з першим мембранним гідроциліндром, сполучено з першою підмембранною робочою порожниною другого мембранного гідроциліндра, місце з'єднання третього і четвертого коректувальних регульованих дроселів сполучено з напірною гідролінією основного каскаду електрогідравлічного підсилювача, перша підмембранна робоча порожнина першого мембранного гідроциліндра з'єднана з торцевою порожниною в основному каскаді електрогідравлічного підсилювача, крім того, в осьових отворах плунжерних штовхачів з можливістю обертання закріплені кульки, навколо яких на плунжерних штовхачах встановлені манжетні кільця, датчики переміщень встановлені на подвійних гідроциліндрах паралельно осям навантаження, рухомі елементи яких сполучені зі штоками подвійних гідроциліндрів, відгалуження статичного навантаження містить коректувальний пристрій статичного навантаження, виконаний в вигляді електронного пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, встановленого в ланці зворотного зв'язку між датчиками тиску, переміщення і напружень, та уз годжу вальним електронним блоком керування статичним навантаженням, також в відгалуженні статичного навантаження встановлений регульований дросель, датчик тиску, гідророзподільник з електромагнітним керуванням виконаний трипозиційним, середня позиція якого виконана за схемою «закритий центр та закритий злив», крім того, встановлений двопозиційний чотирилінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого відгалуження статичного навантаження має можливість від'єднання від напірної і зворотної гідролінії статичного навантаження, а також встановлені датчики зусилля в відгалуженні динамічного навантаження в керувальному каскаді електрогідравлічного підсилювача між сідлом і пружиною, в основному каскаді в торцевій порожнині між упором регульовального пристрою і регульованою

пружиною, в мембранних гідроциліндрах коректувального пристрою між регульованими пружинами і упорами регульовальних пристроїв, крім того, в напірній гідролінії основного каскаду встановлено датчик тиску і двопозиційний гідророзподільник з електромагнітним керуванням, за допомогою якого відгалуження динамічного навантаження має можливість від'єднання від напірної гідролінії основного каскаду.

На Фіг.1 представлена конструктивна схема корпусу стабілометра та відгалуження статичного навантаження однієї незалежної гідросистеми;

на Фіг.2 - схема відгалуження динамічного навантаження.

Стабілометр містить корпус 1 (Фіг.1), у якому розташована робоча камера 2, що виконана у вигляді кубу, утвореного стінками-штампами 3, 4, 5, 6. Стінки-штампи 3, 4, 5 підпружинені відносно корпусу 1 за допомогою плунжерних штовхачів 7. В осьових отворах плунжерних штовхачів 7 із можливістю обертання закріплені кульки 8, навколо яких на плунжерних штовхачах встановлені манжетні кільця 9. Для завантаження та розвантаження зразків корпус 1 містить дві стінки: верхню 10 та бокову, які розташовані на шарнірах та виконані з можливістю відчинення назовні й фіксації в зачищеному стані за допомогою відкидних болтів 11. Стінка-штамп 6 містить змінну пористу вставку 12, порожнина якої сполучена гідролінією 13 із системою водонасичення зразка, вимірювання кількості та порового тиску рідини, що віддренована. На стінках корпусу 1 розташовані взаємно перпендикулярно три подвійні гідроциліндри 14, кожний з яких містить шток 15 та поршні статичного 16 та динамічного 17 навантаження. Кожний шток 15 з'єднаний із рухомою опорою 18. На стінках корпусу 1 розміщені нерухомі опори 19. Стінки-штампи 3, 4, 5 закріплені на рухомих 18 і нерухомих 19 опорах із можливістю руху в площині їх контакту. Поміж стінками-штампами 3, 4, 5 і рухомими 18 та нерухомими 19 опорами робочої камери 2 розташовані кулькові сепаратори 20, по зовнішньому контуру яких встановлені манжетні кільця 21. Кулькові сепаратори 20 та манжетні кільця 21 закріплені на рухомих 18 і нерухомих 19 опорах. Подвійні гідроциліндри 14 з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного навантаження 22 та динамічного навантаження (Фіг.2). Підпоршнева 23 і штокова 24 робочі порожнини (Фіг.1) подвійного гідроциліндра 14 сполучені з відгалуженням статичного навантаження 22. Робоча порожнина 25 подвійного гідроциліндра 14 сполучена з відгалуженням динамічного навантаження (Фіг.2). Відгалуження статичного навантаження 22 (Фіг.1) містить пневмогідроакумулятор 26, який з'єднаний із напірною гідролінією статичного навантаження 27 через гідророзподільник з електромагнітним керуванням 28, який виконаний трипозиційним. Крім того, у відгалуженні статичного навантаження встановлені дроселювальний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 29 і узгоджувальний електронний блок керування статичним навантаженням 30. Дроселювальний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 29 має можливість

забезпечувати на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням 30. Підпоршнева 23 та штокова 24 робочі порожнини подвійного гідроциліндра 14 через напірну 27 та зворотну 31 гідролінії статичного навантаження мають можливість почергового з'єднання з виходом дроселювального гідророзподільника з електромагнітним керуванням 29, приєданого до насосної установки статичного навантаження 32. У відгалуженні статичного навантаження 22 встановлені також регульований дросель 33, датчик тиску 34, двопозиційний чотирилінійний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 35. Відгалуження динамічного навантаження (Фіг.2) містить насосну установку динамічного навантаження 36 із напірною гідролінією, електрогідролінійний підсилювач 37, який містить керувальний каскад 38 і основний каскад 39, та коректувальний пристрій 40. Основний каскад 39 містить золотник 41, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої 42 і керувальної 43 порожнин. Керувальна порожнина 43 сполучена з керувальним каскадом 38, а також з'єднана через регульований дросель 44 із напірною гідролінією насосної установки 36. Напірна гідролінія 45 основного каскаду 39 має можливість з'єднання через дроселювальну щілину, яка утворена робочою кромкою золотника 41 і кільцевою розточкою 46 основного каскаду 39, з напірною гідролінією насосної установки 36 динамічного навантаження. На робочих кромках золотника 41 виконані профільовані дросельні канавки 47. В основному каскаді 40 виконана друга кільцева розточка 48, яка сполучена зі зливом. Стінки-штампи 3, 4, 5, 6 (Фіг.1) обладнані розташованими в їх тілах датчиками напружень 49, які є датчиками зворотного зв'язку за напруженнями в зразку. У підпоршневій робочій порожнині 23 кожного подвійного гідроциліндра 14 встановлений манометр 50. У підпоршневій 23 та штоковій 24 робочих порожнинах, робочій порожнині 25 кожного подвійного гідроциліндра 14 встановлені датчики тиску 51. На подвійних гідроциліндрах 14 паралельно осям навантаження встановлені датчики переміщень 52, рухомі елементи яких сполучені зі штоками 15 подвійних гідроциліндрів 14. Крім того, відгалуження статичного навантаження 22 містить коректувальний пристрій статичного навантаження 53, виконаний у вигляді електронного пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, встановленого в ланцюзі зворотного зв'язку між датчиками тиску 34 і 51, переміщення 52 і напружень 49, та узгоджувальним електронним блоком керування 30 статичним навантаженням. Коректувальний пристрій 40 (Фіг.2) виконаний у вигляді пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, який містить два мембранні гідроциліндри 54, 55 і чотири коректувальні регульовані дроселі 56, 57, 58, 59. Підмембранні робочі порожнини кожного мембранного гідроциліндра 54, 55 з'єднані між собою відповідно через два коректувальні регульовані дроселі 56, 57 і 58, 59, які встановлено послідовно. Місце з'єднання першого й другого коректувальних регульованих дроселів 56 і 57, які сполучені з першим мембранним гідроциліндром

54, сполучено з першою підмембранною робочою порожниною 60 другого мембранного гідроциліндра 55. Місце з'єднання третього й четвертого коректувальних регульованих дроселів 58 і 59 сполучено з напірною гідролінією 45 основного каскаду 39 електрогідролінійного підсилювача 37. Перша підмембранна робоча порожнина 61 першого мембранного гідроциліндра 54 з'єднана з торцевою порожниною 42 в основному каскаді 39 електрогідролінійного підсилювача 37. У корпусі керівного каскаду 38 електрогідролінійного підсилювача 37, який з'єднаний з електромеханічним перетворювачем 62, за допомогою нарізного з'єднання з можливістю повздовжнього регулювання розташовано сідло 63 із пружно підтиснутим до нього дросельним елементом. Дросельний елемент виконаний у вигляді голки 64, яка підпружинена з однієї сторони відносно торцевої проточки в сідлі 63, а з іншої - відносно пружинного сідла 65, яке з'єднане з підпружиненим осердям 66 електромеханічного перетворювача 62. Голка 64 розміщена в корпусі, таким чином, що має можливість осьового та радіального переміщення. Керівний каскад 38 електрогідролінійного підсилювача 37 має зворотний зв'язок за положенням осердя 66 електромеханічного перетворювача 62. Крім того, встановлені датчики зусиль 67, 68 і 69 відповідно в торцевій проточці в сідлі 63 керувального каскаду 38 електрогідролінійного підсилювача 37, у торцевій порожнині 42 основного каскаду 39 між упором регульовального пристрою 70 і регульованою пружиною 71, а також у мембранних гідроциліндрах 54, 55 коректувального пристрою 40 між регульованими пружинами й упорами регульовальних пристроїв 72. У напірній гідролінії 45 основного каскаду 39 встановлено датчик тиску 73 і двопозиційний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 74. Датчики тиску 34, 51, 73, переміщень 52, напружень 49, зусиль 67, 68 і 69 з'єднані з узгоджувальним електронним блоком керування динамічним навантаженням 75.

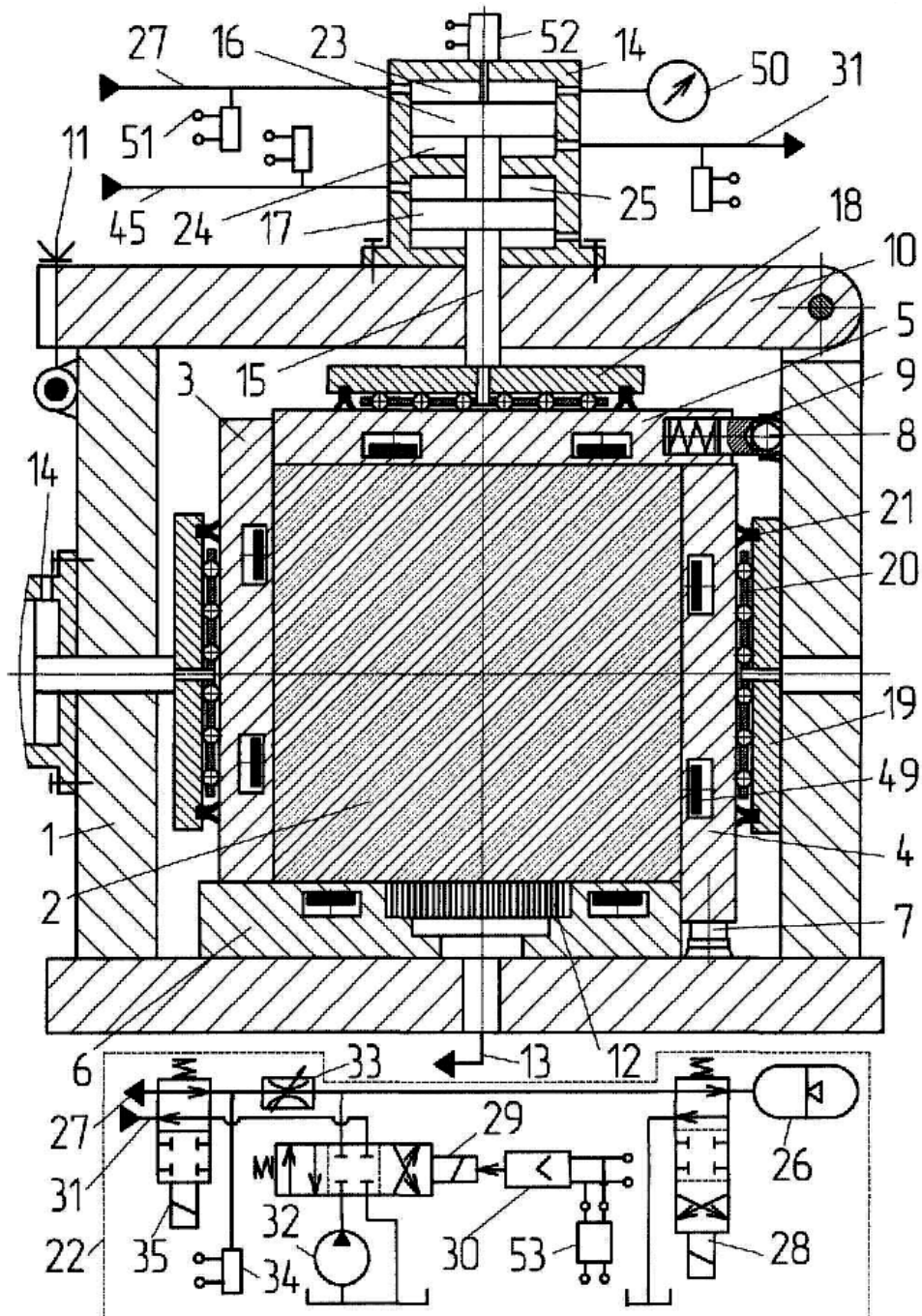
Стабілометр працює наступним чином. Підготовлений до випробувань зразок матеріалу завантажується в робочу камеру 2 через відчинені назовні верхню 10 та бокову стінки корпусу 1, які потім зачиняються та фіксуються за допомогою відкидних болтів 11. За допомогою підпружинених плунжерних штовхачів 7 стінки-штампи 3, 4, 5 знаходяться у взаємному контакті з можливістю ковзання в площині їх контакту й відносно стінки-штампа 6. У відгалуженні статичного навантаження 22 робоча рідина під тиском від насосної установки статичного навантаження 32 подається через дроселювальний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 29, напірну гідролінію статичного навантаження 27 в підпоршневую робочу порожнину 23 подвійного гідроциліндра 14 та через гідророзподільник з електромагнітним керуванням 28-у пневмогідроакумулятор 26. У підпоршневій робочій порожнині 23 тиск робочої рідини діє на поршень статичного навантаження 16 з утворенням зусилля, яке через шток 15, рухому опору 18 діє на взаєморухомі стінки-штампи 3, 4, 5. Стінки-штампи 3, 4, 5 через кулькові сепаратори 20 рухаються коченням по напрямним поверхням рухомих 18 та нерухомих 19 опор. Плунжерні

штовхачі 7 за допомогою кульок 8 рухаються коченням по внутрішнім поверхням стінок корпусу 1. У наслідок чого, відбувається об'ємне навантаження зразка в робочій камері 2. Манжетні кільця 21 та 9 запобігають попаданню частинок ґрунту відповідно в кулькові сепаратори 20 і на поверхню кульок 8. За допомогою гідролінії 13 та змінної пористої вставки 12 проводиться водонасичення зразка, вимірювання кількості та порового тиску рідини, яка віддренована в процесі навантаження зразка. Величини тиску в підпоршневій 23, штоковій 24 робочих порожнинах і робочий порожнині 25 подвійного гідроциліндра 14, величини напружень і деформацій у зразку вимірюються відповідними вимірювальними приладами: манометром 50, датчиками тиску 51, датчиками напруження 49, датчиками переміщення 52. Для створення статичного навантаження, тривалого в часі, дроселювальний гідророзподільник з електромагнітним керуванням 29 встановлюється в середню позицію, насосна установка статичного навантаження 32 відключається. У результаті зразок знаходиться в навантаженому стані від дії на поршень статичного навантаження 16 тиску робочої рідини в напірній гідролінії статичного навантаження 27 та пневмогідроакумуляторі 26, який компенсує витікання робочої рідини з відгалужень статичного навантаження. Створення статичних навантажень на зразок, які повільно змінюються: зростають або спадають, відбувається за допомогою дроселювального гідророзподільника з електромагнітним керуванням 29, який змінює в напірній гідролінії статичного навантаження 27 та в сполучений із нею підпоршневій робочий порожнині 23 величину тиску робочої рідини, яка діє на поршень динамічного навантаження 17, у залежності від вхідного сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування статичним навантаженням 30 з урахуванням сигналів зворотного зв'язку від датчиків відповідно тиску 51, переміщення 52 або напружень 49 про відхилення регульованих величин від заданих рівнів. Для настроювання відгалуження статичного навантаження 22 перед випробуванням зразка, щоб не порушити його структури, напірна 27 і зворотна 31 гідролінії статичного навантаження від'єднуються від відгалуження статичного навантаження 22 за допомогою двопозиційного гідророзподільника з електромагнітним керуванням 35. При настроюванні відгалуження статичного навантаження 22 величина тиску замірюється датчиком тиску 34. Регульований дросель 33 і коректувальний пристрій статичного навантаження 53 призначені для компенсації неприпустимих коливань у напірній гідролінії статичного навантаження 27 від впливу змін тиску у відгалуженнях динамічного навантаження. При створенні комбінованого навантаження на зразок: статичного та динамічного навантажень одночасно, пневмогідроакумулятор 26 від'єднується від напірної гідролінії статичного навантаження 27 за допомогою гідророзподільника з електромагнітним керуванням 28 та з'єднується зі зливом. Для створення динамічних навантажень, які змінюються за складними траєкторіями або циклічно повторюються, включаються відгалуження динамічного

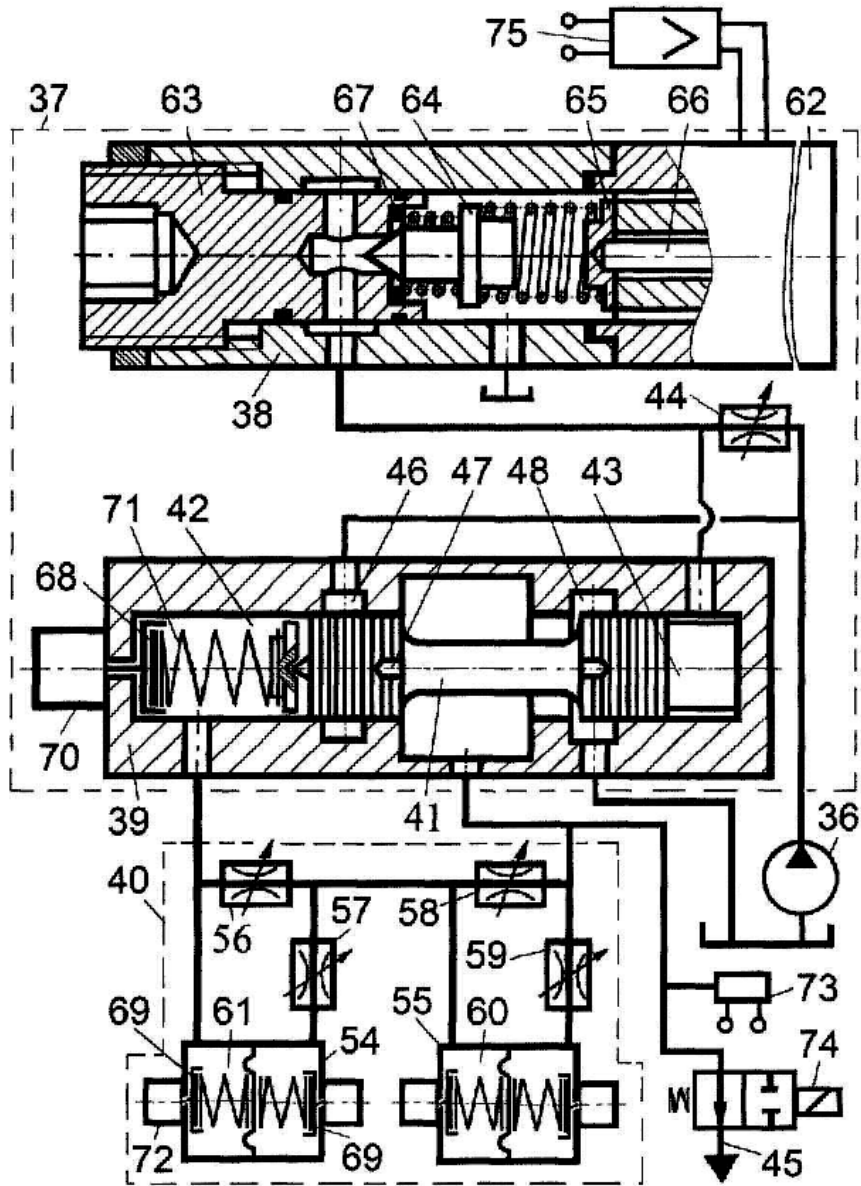
навантаження незалежних гідросистем (Фіг.2). У кожному відгалуженні динамічного навантаження перед початком випробувань зразка пружини голки 64 керівного каскаду 38 електрогідролічного підсилювача 37 настроюються за допомогою повздовжнього регулювання сідла 63 таким чином, щоб їх дія з урахуванням дії пружини електромеханічного перетворювача 62 на голку 64 створювала мінімальне початкове зусилля притискання до сідла 63, що контролюється за допомогою датчика зусилля 67. Це дозволяє звести зону нечутливості до тиску керівного каскаду 38 електрогідролічного підсилювача 37 до мінімуму. Крім того, зворотний зв'язок за положенням осердя 66 електромеханічного перетворювача 62 знижує гістерезис у характеристиці залежності тиску на виході з керівного каскаду 38 електрогідролічного підсилювача 37 від вхідного сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням 75. У напірній гідролінії насосної установки динамічного навантаження 36 встановлюється необхідна величина тиску. Електромеханічний перетворювач 62 зміщує осердя 66 із пружинним сідлом 65 і голку 64 із початкового положення в положення, яке відповідає вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням 75 з урахуванням сигналів зворотного зв'язку від датчиків відповідно тиску 51, переміщення 52 або напружень 49 (Фіг.1) про відхилення регульованих величин від заданих рівнів. У результаті золотник 41 (Фіг.2) зміщується на величину, яка визначається з однієї сторони тиском робочої рідини в керувальній порожнині 43, а з іншої - тиском робочої рідини в торцевій порожнині 42, яка сполучена з напірною гідролінією 45 основного каскаду 39 через коректувальний пристрій 40, та зусиллям регульованої пружини 71. Зусилля регульованої пружини 71 контролюється за допомогою датчика зусилля 68 і настроюється регульовальним пристроєм 70. Золотник 41 з'єднує напірну гідролінію 45 основного каскаду 39 через дроселювальні щілини, утворені робочими кромками золотника 41 та кільцевими проточками 46, 48 основного каскаду 39, відповідно з напірною гідролінією насосної установки динамічного навантаження 36 і зі зливом. Профільовані канавки 47 забезпечують лінійний характер залежності витрати робочої рідини від переміщення золотника 41. У напірній гідролінії 45 основного каскаду 39, а також і в робочій порожнині 25 подвійного гідроциліндра 14 встановлюється величина тиску, яка пропорційна вхідному електричному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням 75. Щоб не порушити структури зразка перед його випробуванням, проводиться настроювання відгалуження динамічного навантаження. За допомогою двопозиційного гідророзподільника з електромагнітним керуванням 74 напірна гідролінія 45 основного каскаду 39 від'єднується від відгалуження динамічного навантаження. При настроюванні відгалуження динамічного навантаження величина тиску замірюється датчиком тиску 73. Додатковий коректувальний зворотний зв'язок за похідною від зміни тиску, інтегралу від зміни тиску та від зміни тиску в підпоршневій

робочий порожнині 25 подвійного гідроциліндра 14 утворюється за допомогою коректувального пристрою 40. Настроюванням коректувальних регульованих дроселів 56, 57, 58 і 59, регульованих пружин мембранних гідроциліндрів 54, 55, зусилля яких контролюються й змінюються за допомогою відповідно датчиків зусиль 69 і регульованих

пристроїв 72, у підмембранних робочих порожнинах 60, 61 і відповідно в напірній гідролінії 45 основного каскаду 39 встановлюються необхідні закономірності зміни тиску, які дозволяють забезпечувати потрібну статичну й динамічну точність, а також виконувати різні складні закони регулювання.



Фиг. 1



Фіг. 2