



УКРАЇНА

(19) UA (11) 31167 (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) u200714148

(22) 17.12.2007

(24) 25.03.2008

(46) 25.03.2008, Бюл.№ 6, 2008 рік

(72) РАТУШНЯК ГЕОРПІ СЕРГІЙОВИЧ, UA,
ВОЛОШИН ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Стабілометр, що містить робочу камеру, розташовану всередині корпусу й виконану у вигляді куба зі стінками-штампами, підпружиненими відносно корпусу й розташованими на рухомих і нерухомих опорах, причому стінки-штампи зв'язані за допомогою рухомих опор із штоками трьох подвійних, 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, редукційний клапан, електрогідравлічний підсилювач, ізодромний 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 дроселювальну щілину, яка утворена робочою кромкою золотника і кільцевою розточкою основного каскаду, з напірною гідролінією насосної установки, ізодромний 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, який відрізняється тим, що друга підмембранна робоча порожнина з'єднана з другою торцевою порожниною в основному каскаді, причому основний каскад виконаний в вигляді двоциліндрного розподільника, золотник виконаний одноступінчастим з утворенням двох робочих кромок, з виконаними на них профільованими дросельними канавками, в основному каскаді виконана друга кільцева розточка, яка сполучена зі зливом, крім того, простона камера, яка утворена в основному каскаді і сполучена із напірною гідролінією основного каскаду, з'єднана через другу дроселювальну щілину, утвореною другою кільцевою розточкою основного каскаду та другою робочою кромкою золотника, зі зливом, крім того, поміж стінками-штампами і рухомими та нерухомими опорами розташовані кулькові сепаратори, по зовнішньому контуру яких встановлені манжетні кільця, причому кулькові сепаратори та манжетні кільця закріплені на рухомих і нерухомих опорах.

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 взаємноперпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить електрогідравлічний підсилювач, який має можливість забезпечувати

(19) UA (11) 31167 (13) U

на виході з нього тиск, пропорційний вхідному сигналу на узгоджувальному електронному блоці керування динамічним навантаженням, а також вимірювальні прилади, відгалуження статичного і динамічного навантаження кожної незалежної гідросистеми виконані з можливістю почергового сполучення з напірною гідролінією насосної установки і гідроциліндром, електрогідролінійний підсилювач, який виконаний двофазним [див. патент України №10570 А, G01 N3/10, E02D1/02, бюл. №4, 1996р.].

Недоліками такого пристрою є: обмежені функціональні можливості, так як неможливо окреме керування статичним та динамічним навантаженням зразка та створення різних режимів сполучень регульованих статичних та динамічних навантажень, крім того, робота електрогідролінійного підсилювача залежить від забруднення робочої рідини, облітерації та тертя дросельного елемента керівного каскаду, що впливає як на надійність роботи пристрою, так і на його амплітудно-частотні характеристики, що, у 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 до виникнення неприпустимих коливань, статичних помилок регульованих величин.

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 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 взаємноперпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, редукційний клапан, електрогідролінійний підсилювач, ізодромний коректувальний пристрій, вимірювальні прилади, причому електрогідролінійний 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, ізодромний 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 У, G01N3/10, E02D1/02, бюл. №10, 2007р.].

Недоліками прототипу є: обмежені функціональні можливості, 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 електрогідролінійного підсилювача призводить до виникнення підвищених сил сухого тертя на ньому, що, в свою чергу, знижує чутливість основного каскаду електрогідролінійного підсилювача до керувальних сигналів, крім того, принцип роботи основного каскаду електрогідролінійного підсилювача заснований на схемі проточної камери, яка утворена між постійним та регульованим дроселями, що забезпечує невелику чутливість його до керувальних сигналів та відповідно невеликої точності керування процесом навантаження зразка.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого стабілометра, у якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається можливість зменшення сил сухого тертя в рухомих з'єднаннях і збільшення чутливості пристрою до керувальних сигналів, у результаті чого розширюються функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в стабілометрі, який 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 взаємноперпендикулярно й з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного та динамічного навантаження, відгалуження динамічного навантаження містить насосну установку, редукційний клапан, електрогідролінійний підсилювач, ізодромний коректувальний пристрій, вимірювальні прилади, причому електрогідролінійний 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 дроселювальну щілину, яка утворена робочою кромкою золотника і кільцевою розточкою основного каскаду, з напірною гідролінією насосної установки, ізодромний 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, згідно з запропонованою корисною моделлю друга підмембранна робоча порожнина з'єднана з другою торцевою порожниною в основному каскаді, причому основний каскад виконаний в вигляді двошліпного розподільника, золотник виконаний одноступінчастим з утворенням двох робочих кромок, з виконаними на них профільованими дросельними канавками, в основному каскаді виконана друга кільцева розточка, яка сполучена зі зливом, крім того, проточна камера, яка утворена в основному каскаді і сполучена із напірною гідролінією основного каскаду, з'єднана через другу дроселювальну щілину, утвореною другою кільцевою розточкою основного каскаду та другою робочою кромкою золотника, зі зливом, крім того, між стінками-штампами і рухомими та нерухомими опорами розташовані кулькові сепаратори, по зовнішньому контуру яких встановлені манжетні кільця, причому кулькові сепаратори та манжетні кільця закріплені на рухомих і нерухомих опорах.

На Фіг.1 представлена конструктивна схема корпусу стабілометра; на Фіг.2 – схема відгалуження динамічного навантаження однієї незалежної гідросистеми.

Стабілометр містить корпус 1 (Фіг.1), в 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. Для завантаження та розвантаження зразків корпус 1 містить дві стінки: верхню 8 та бокову (на кресленні не показано), які розташовані на шарнірах та виконані з можливістю відчинення назовні й фіксації в зачиненому стані за допомогою відкидних болтів 9. Стінка-штамп 6 містить змінну пористу вставку 10, порожнина якої сполучена гідролінією 11 із системою водонасичення зразка, вимірювання кількості та порового тиску рідини, що віддренована. На стінках корпусу 1 розташовані взаємноперпендикулярно три подвійні гідроциліндри 12, кожний з яких містить шток 13 та поршні статичного 14 та динамічного 15 навантаження. Кожний шток 13 з'єднаний із рухомою опорою 16. На стінках корпусу 1 розміщені нерухомі опори 17. Стінки-штампи 3, 4, 5 закріплені на рухомих 16 і нерухомих 17 опорах із можливістю руху в площині їх контакту. Між стінками-штампами 3, 4, 5 і рухомими 16 та

нерухомими 17 опорами робочої камери 2 розташовані кулькові сепаратори 18, по зовнішньому контуру яких встановлені манжетні кільця 19. Кулькові сепаратори 18 та манжетні кільця 19 закріплені на рухомих 16 і нерухомих 17 опорах. Подвійні гідроциліндри 12 з'єднані із трьома незалежними гідросистемами, кожна з яких містить відгалуження статичного навантаження 20 та динамічного навантаження (Фіг.2). Підпоршнева 21 і штокова 22 робочі порожнини (Фіг.1) подвійного гідроциліндра 12 сполучені з відгалуженням статичного навантаження 20. Робоча порожнина 23 подвійного гідроциліндра 12 сполучена з відгалуженням динамічного навантаження (Фіг.2). Відгалуження динамічного навантаження містить редукційний клапан 24, встановлений у напірній гідролінії 25 насосної установки 26, електрогідравлічний підсилювач 27, який містить керувальний каскад 28 і основний каскад 29, та ізодромний коректувальний пристрій 30, який містить коректувальний регульований дросель 31 і мембранний гідроциліндр 32. Основний каскад 29 містить золотник 33, який підпружинений з одного торця з утворенням торцевої 34 і керувальної 35 порожнин. Керувальна порожнина 35 сполучена з напірною гідролінією 36 керувального каскаду 28, яка, у свою чергу, з'єднана через регульований дросель 37 із напірною гідролінією 25 насосної установки 26. Напірна гідролінія 38 основного каскаду 29 має можливість з'єднання через дроселювальну щілину, яка утворена робочою кромкою золотника 33 і кільцевою розточкою 39 основного каскаду 29, з напірною гідролінією 25 насосної установки 26. Мембранний гідроциліндр 32 містить мембрану 40, яка підтиснута з обох сторін регульованими пружинами 41 з утворенням двох підмембранних робочих порожнин 42, 43. Перша підмембранна робоча порожнина 43 сполучена з напірною гідролінією 38 основного каскаду 29. Друга підмембранна робоча порожнина 42 з'єднана з торцевою порожниною 34. Основний каскад 29 виконаний у вигляді двошліпного розподільника. Золотник 33 виконаний одноступінчастим з утворенням двох робочих кромок, з виконаними на них профільованими дросельними канавками 44. В основному каскаді 29 виконана друга кільцева розточка 45, яка сполучена зі зливом. Проточна камера 46, яка утворена в основному каскаді 29, з'єднана через другу дроселювальну щілину, утвореною другою кільцевою розточкою 45 основного каскаду 29 та другою робочою кромкою золотника 33, зі зливом. Стінки-штампи 3, 4, 5, 6 (Фіг. 1) обладнані розташованими в їх тілах датчиками напружень 47, які є датчиками зворотного зв'язку за напруженнями в зразку. У підпоршневій робочій порожнині 21 кожного подвійного гідроциліндра 12 встановлений манометр 48. У підпоршневій 21 та штоковій 22 робочій порожнині, робочій порожнині 23 кожного подвійного гідроциліндра 12 встановлений датчик тиску 49. На корпусі 1 встановлені датчики переміщення 50. Датчики тиску 49 і переміщення 50 є датчиками зворотного зв'язку відповідно за тиском у підпоршневій 21, штоковій 22 робочих

порожнинах та робочій порожнині 23 подвійного гідроциліндра 12 і переміщенням його штоку 13.

Стабілометр працює наступним чином. Підготовлений до випробувань зразок матеріалу завантажується в робочу камеру 2 через відчинені назовні верхню 8 та бокову стінки корпусу 1, які потім зачиняються та фіксуються за допомогою відкидних болтів 9. За допомогою підпружинених плунжерів 7 стінки-штампи 3, 4, 5 знаходяться у взаємному контакті з можливістю ковзання в площині їх контакту й відносно стінки-штампа 6. Стінки-штампи 3, 4, 5 через кулькові сепаратори 18 рухаються коченням по напрямним поверхням рухомих 16 та нерухомих 17 опор. Манжетні кільця 19 запобігають попаданню частинок ґрунту в кулькові сепаратори 18. За допомогою гідролінії 11 та змінної пористої вставки 10 проводиться водонасичення зразка, вимірювання кількості та порового тиску рідини, яка віддренована в процесі навантаження зразка. Для створення статичного навантаження на зразок із відгалуження статичного навантаження 20 робоча рідина подається в підпоршневу робочу порожнину 21 подвійного гідроциліндра 12. Тиск робочої рідини діє на поршень статичного навантаження 14 з утворенням зусилля, яке через шток 13, рухоми опору 16 діє на стінку-штамп 5. Стінка-штамп 5, у свою чергу, починає рухатися ковзанням по поверхням сполучених із нею стінок-штампів 3, 4, по поверхні стінки-штампа 6 та рухатися коченням через кульковий сепаратор 18 по напрямній поверхні рухомих опор 16. У наслідок чого, відбувається об'ємне навантаження зразка в робочій камері 2. Величини тиску в підпоршневій 21, штоковій 22 робочих порожнинах і робочій порожнині 23 подвійного гідроциліндра 12, величини напружень і деформацій у зразку вимірюються відповідними вимірювальними приладами: манометром 48, датчиками тиску 49, датчиками напруження 47, датчиками переміщення 50. За допомогою редукційного клапана 24 встановлюється необхідна величина тиску в напірній гідролінії 25 насосної установки 26. Тиск, який встановлюється в напірній гідролінії 36 керувального каскаду 28 електрогідролічного підсилювача 27 в залежності від вхідного сигналу на керувальному каскаді 28 та настроювання регульованого дроселя 37, передається в керувальну порожнину 35 основного каскаду 29 та починає діяти на торець золотника 33. Золотник 33 зміщується вліво та з'єднує проточну камеру 46 через дроселювальні щілини, утворені робочими кромками золотника 33 та кільцевими проточками 39, 45 основного каскаду 29, відповідно з напірною гідролінією 25 насосної установки 26 і зі зливом. Профільовані канавки 44 забезпечують лінійний характер залежності витрати робочої рідини від переміщення золотника 33. Золотник 33 зміщується на величину, яка визначається з однієї сторони тиском робочої рідини в керувальній порожнині 35, а з іншої - тиском робочої рідини в торцевій порожнині 34, яка сполучена з напірною гідролінією 38 основного каскаду 29 через ізодромний коректувальний пристрій 30, та зусиллям пружини золотника 33. У напірній гідролінії 38 основного каскаду 29, а також і в

робочій порожнині 23 подвійного гідроциліндра 12 встановлюється величина тиску, яка пропорційна вхідному сигналу на керувальному каскаді 28. Додатковий гнучкий від'ємний зворотний зв'язок за похідною від зміни тиску в робочій порожнині 23 подвійного гідроциліндра 12 утворюється за допомогою мембранного гідроциліндра 32, коректувального регульованого дроселя 31 та золотника 33. При різкій зміні тиску в напірній гідролінії 38 основного каскаду 29 в першій 42 та другій 43 підмембранних робочих порожнинах виникає коректувальний перепад тиску, який призводить до виникнення додаткового випереджувального коректувального переміщення золотника 33, що призводить до зменшення коливань тиску в робочій порожнині 23 подвійного гідроциліндра 12 і до демпфірування коливань поршня динамічного навантаження 15. Завдяки виконанню основного каскаду 29 електрогідролічного підсилювача 27 у вигляді двощілинного розподільника забезпечується в два рази більша чутливість пристрою до керувальних сигналів, ніж у випадку з однощілинним розподільником, що призводить до більш високої точності керування процесом навантаження зразка.

