



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103061** (13) **C2**
(51) МПК
G01N 3/34 (2006.01)
G01N 29/44 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

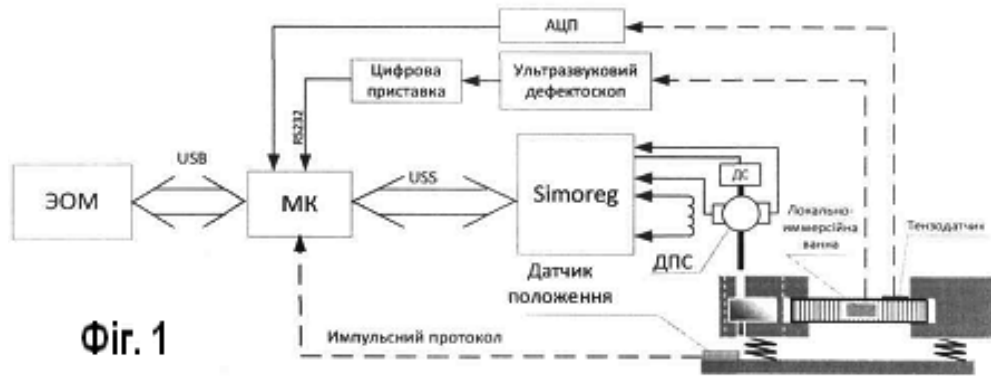
(21) Номер заявки: а 2011 06865	(72) Винахідник(и): Бусов Володимир Львович (UA), Шишкін Артем Вікторович (UA), Костюченко Павло Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 31.05.2011	(73) Власник(и): Бусов Володимир Львович, вул. Леніна, 20, кв. 37, м. Краматорськ, Донецька обл., 84313 (UA), Шишкін Артем Вікторович, вул. Архангельська, 3, кв. 195, м. Краматорськ, Донецька обл., 84300 (UA), Костюченко Павло Ігорович, вул. Леніна, 10, кв. 2, м. Краматорськ, Донецька обл., 84313 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.09.2013	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Иофин И.Д., Бусов В.Л., Шишкин И.В., Об установке усталостных испытаний стальных образцов с применением неразрушающего акустического метода контроля. – Вісник ДДМА. 2008 №3Е(14) С.61-65 UA 50361 U; 10.06.2010 UA 45678 U; 25.11.2009 RU 2140066 C1; 20.10.1999 SU 1796988 A1; 23.02.1993 SK 202011 U1; 06.07.2011 US 2007/0169563 A1; 26.07.2007 GB 939310 A; 09.10.1963 JP 1018041 A; 20.01.1989 JP 60017339 A; 29.01.1985 JP 56010229 A; 02.02.1981
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.12.2012, Бюл.№ 23	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2013, Бюл.№ 17	

(54) ВІБРАЦІЙНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ НА ВТОМУ**(57) Реферат:**

Винахід належить до пристроїв для дослідження фізичних особливостей матеріалів і може знайти вживання для визначення надійності виробів. Вібраційна установка для випробувань на втому, що містить в апаратній частині блок визначення контрольованого параметра (швидкості поширення ультразвукових хвиль, рівня інтенсивності або швидкості рахунку сигналів акустичної емісії, зміни магнітного потоку, намагніченості, коерцитивно сили, амплітуди шумів Баркгаузена, зрушення ліній інтерференційної картини від лазерного випромінювання і так далі) залежно від числа циклів, тиристорний перетворювач, блок тензометрії, датчики лінійних і кутових переміщень, систему управління блоками. В апаратну частину включений блок реєстрації осцилограм у вигляді приставки до ультразвукового дефектоскопа, що дозволяє зберігати і в міру необхідності обробляти осцилограми розсіяного від структури ультразвукового сигналу, побудувати акустичну криву втоми - залежність коефіцієнта загасання ультразвукових хвиль від числа циклів, а в системі управління електродвигуном, приставкою і дефектоскопом,

UA 103061 C2

блоком тензометрії, датчиками лінійних і кутових переміщень застосований спеціалізований мікроконтролер, програмне забезпечення якого дозволяє забезпечити в режимі реального часу погоджену роботу блоків, а при необхідності гнучко змінювати параметри ступінчастого режиму вантаження в процесі випробувань за допомогою тиристорного перетворювача. Така установка дозволяє підтримувати швидкість обертання валу електродвигуна з точністю 0,1 % від номінального значення швидкості при скадці навантаження, знайти як локальну, так і середню для всього зразка границю обмеженої витривалості. Також установка дає можливість визначати втомні характеристики без руйнування зразка або елемента конструкції, що дозволяє уникнути аварії для всієї конструкції в цілому і відновити деталь методами обробки тиском.



Винахід стосується пристроїв для дослідження фізичних особливостей матеріалів і може знайти вживання для визначення надійності виробів.

Відома вібраційна установка / Томчин Д. А., Фрадков А. Л. Управління проходженням ротора через зону резонансу на основі методу швидкісного градієнта. Проблеми машинобудування і надійність машин. № 5.-2005. - С. 66-71/, де при проходженні зони резонансу використовується спеціальний алгоритм управління на основі нелінійної зміни в часі поворотного моменту електродвигуна у вигляді декількох ступінчастих функцій, що стоять рядом, і створюючих серію прямокутних імпульсів.

Вживані в установці датчики лінійних переміщень і кутової швидкості віброоброблюваних деталей - роторів дозволяють в режимі зворотного зв'язку контролювати суму обертальної і коливальної енергій роторів / Томчин Д. А. Алгоритми управління проходженням через зону резонансу в мехатронних вібраційних установках. Автореф. дисертації на здобуття вчен. ступ. к. т. н. - Санкт-Петербург. 2006. 22 с./, але нічого не можуть сказати про їх напружено-деформований стан в процесі віброобробки.

Відома також вібраційна установка для визначення залишкового ресурсу зразків / Іофін І. Д., Про установку втомних випробувань сталевих зразків із застосуванням неруйнівного акустичного методу контролю [електронний ресурс] 7 Іофін І. Д., Бусов В. Л., Шишкін І. В. // Вісник ДДМА.-2008. № 3Е (14). - с. 61-65. - Режим доступу до журналу: <http://www.dgma.donetsk.ua/Publish/vesnik/nomer3.htm/>, де за допомогою неруйнівного ультразвукового (у. з.) методу зворотного розсіяння і іммерсійного п'єзоперетворювача будується залежність коефіцієнта загасання у. з. хвиль від числа циклів або так звана акустична крива втоми, що дозволяє оцінити залишковий ресурс зразка або елемента конструкції в процесі експлуатації.

Недоліками такої вібраційної установки є: 1) відсутність зв'язку з комп'ютером, тобто аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів; 2) відсутність апаратних елементів накопичення і обробки отриманих осцилограм; 3) відсутність програмного завдання форми залежності циклічного навантаження від часу; 4) низька точність визначення технологічних параметрів через відсутність цифрових датчиків лінійних переміщень, кута повороту, зовнішніх і внутрішніх зусиль і деформацій.

Найбільш близькою по технічній суті і ефекту, що досягається, до пропонованого винаходу є вібраційна установка, що дозволяє здійснити спосіб визначення границі обмеженої витривалості поблизу небезпечних точок небезпечних перетинів елементів конструкцій в процесі експлуатації / Патент № 50361. Україна. Спосіб визначення границі витривалості. Бусов В. Л., Шишкін І. В., Іофін І. Д., опубл. 10.06.2010 в бюл. № 11 2010 р./.

Недоліками цієї вібраційної установки є: 1) відсутність апаратних елементів накопичення і обробки отриманих осцилограм; 2) відсутність цифрового датчика числа зворотів. Основним недоліком апаратної частини установки є відсутність автоматичної системи управління всіма блоками, що дозволяє здійснювати погоджену роботу блоків в режимі реального часу, задавати ступінчастий режим вантаження і гнучко змінювати параметри цього режиму в процесі випробувань.

Наявність такої системи може дозволити визначати декілька втомних характеристик: локальну довговічність і довговічність всієї деталі або елемента конструкції; залишковий ресурс локального об'єму і всього елемента конструкції, границя обмеженої витривалості і середня границя витривалості деталі, коли контрольований об'єм пробігає всі етапи еволюції дислокаційних структур від однорідного розподілу дислокацій до фрагментованої структури, утворення розподілу мікротріщин аж до руйнування.

Задачею цього винаходу є розширення функціональних можливостей установки при збереженні максимально технічно можливої достовірності контролю. Поставлена задача досягається тим, що: 1) у апаратній частині установки аналогові блоки замінюються цифровими, вводиться цифровий блок реєстрації осцилограм (у вигляді приставки до ультразвукового дефектоскопа або вживанням цифрового дефектоскопа); 2) для розширення динамічного діапазону роботи установки і збільшення точності підтримки швидкості обертання використовується тиристорний перетворювач з імпульсним датчиком зворотного зв'язку за швидкістю; 3) для автоматичного управління установкою і збору даних застосовується мікроконтролер.

Структурна схема апаратної частини установки приведена на фіг. 1, де МК - мікроконтролер; Simoreg - тиристорний перетворювач; ДС - датчик швидкості; ДПС - двигун постійного струму.

Ключовим моментом для здійснення наміченої мети є вживання програмного забезпечення (ПЗ) верхнього рівня і ПЗ мікроконтролера. ПЗ мікроконтролера складається з декількох модулів: 1) модуль ініціалізації (служить для активації функцій всіх останніх модулів); 2) модуль датчика положення (приймає сигнал з датчика і зберігає його); 3) модуль тиристорного

перетворювача (служить для управління приводом і контролю його параметрів); 4) модуль USB (забезпечує передачу накопиченої з датчиків інформації на ПЗ верхнього рівня і прийом від нього сигналів, що управляють); 5) модуль у. з. дефектоскопа (посилає команду на проведення дефектоскопії і приймає отриману інформацію); 6) модуль тензодатчика (опитує сигнал з АЦП тензодатчика); 7) модуль таймера (забезпечує періодичність опиту датчиків і перетворює імпульсний протокол датчика положення в цифрове значення). Зв'язок з ПЗ верхнього рівня здійснюється по шині USB. У ПЗ мікроконтролера використаний модифікований програмний код, що забезпечує передачу даних за допомогою bulk-протоколу як від ПЗ верхнього рівня до мікроконтролера, так і навпаки.

У ПЗ верхнього рівня канал USB виконаний з використанням вільної бібліотеки libusb, підключеної до додатка, написаного на Delphi, яке забезпечує людино-машинний інтерфейс установки. Бібліотека libusb дозволяє створити драйвер власного пристрою USB і використовувати його у вищезгаданому застосуванні на Delphi. У свою чергу Delphi забезпечує гнучким набором інструментів, що дозволяють виконати людино-машинний інтерфейс і обробити отримані з установки дані. Структура ПЗ верхнього рівня спрощено змальована на фіг. 2.

Пропонована вібраційна установка для втомних випробувань містить в своїй апаратній частині блок реєстрації осцилограм як приставку до у. з. дефектоскопу УД2-12 однієї і тієї ж фірми "Інтроскоп" р. Молдова, що дозволяє тривало зберігати 510 осцилограм при тривалості розгортки 100 μ s, 125 осцилограм при тривалості 400 μ s; інкрементальний цифровий датчик числа зворотів 6FX2001-4DB00 (вир-во "SIEMENS", Німеччина), пристроюваний через спеціальну муфту на валу електродвигуна Д22 (вир-во СРСР); тиристорний перетворювач Simoreg DCmaster 6RA7013-6DV62-0-2 S00 (вир-во "SIEMENS", Німеччина); датчик лінійних переміщень BTL-5-P (вир-во фірми "Balluff", Німеччина); мікроконтролер NXP/PhillipsLPC 2148 (вир-во фірми "Phillips"), що має: 1) максимальну частоту процесора 60 МГц, що дозволяє безпосередньо прочитувати інформацію від датчика положення BTL-5-P по імпульсному протоколу з максимальною точністю; 2) USB 2.0 Full-speed контролер з 2 кБ буферним ОЗП) два UART (16C550) для прийому даних з приставки у. з. дефектоскопа і для управління перетворювачем тиристора; 4) два 10-розрядних АЦП з 6/14-ю вхідними каналами і часом перетворення менше 2.44 мкс/канал, що дозволяє приймати сигнал з тензодатчика. Як електродвигун використаний вітчизняний двигун постійного струму Д22 з паралельним збудженням потужністю $P = 1,0$ кВт; з максимальним числом зворотів за хвилину $n=1500$ звор./хвил;

Алгоритм роботи установки наступний: користувач налаштовує додаток на певний режим роботи установки, який задається або по стандартних шаблонах, або з таблиці Excel через com-інтерфейс. Потім, залежно від встановленої користувачем конфігурації, зняті з установки дані можуть бути просто прогнуті за допомогою даних Access або Excel по інтерфейсу COM, а також будь-якого іншого програмного продукту для обробки їх вже в сторонніх програмних продуктах за допомогою стандартних інструментів, що створюються в середовищі Delphi, або можуть бути записані на дисковій накопичувач для подальшої обробки, або можуть бути передані в базу даних Access або Excel по інтерфейсу COM, а також будь-якого іншого програмного продукту для обробки їх вже в сторонніх програмних продуктах.

Система автоматизованого управління вібраційною установкою із застосуванням тиристорного перетворювача забезпечує: 1) завдання необхідного режиму проведення випробувань; 2) контроль і запис інформації з датчиків; 3) експорт результатів досліджень для аналізу в сторонніх програмних засобах; 4) розгін і гальмування двигуна плавно (по лінійному закону), час розгону і гальмування можна набудувати в широких межах (від секунд до 30 хвилин); 5) повний захист перетворювача і двигуна від перевантажень по струму, перегріву, витоку на землю і обриву фази.

Пропонована вібраційна установка для випробувань на втому має істотні відмінності від відомих аналогів і прототипу оскільки 1) дає можливість задавати спочатку ступінчастий режим вантаження, але і гнучко змінювати параметри цього режиму в процесі випробувань зразка; 2) така апаратна частина вібраційної установки дозволяє поблизу мінімуму акустичної кривої втоми, в початковій частині її висхідної ділянки згідно /див. патент № 50361. Україна і т.д./ визначити границю обмеженої витривалості, а потім виявивши максимум цієї кривої, визначити нульовий залишковий ресурс зразка, не перериваючи процес проведення випробувань і зняти навантаження із зразка не зруйнувавши його.

Ознаки, що відрізняють пропонований винахід, в науці і техніці не виявлені. Такий пристрій, що заявляється, завдяки наявності нових ознак, дозволяє отримати позитивний ефект і, отже,

він має властивості, які не має прототип або схожі з ним пристрої, тобто пристрій, що заявляється, має істотну відмінність.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

Вібраційна установка для випробувань на втому, що містить в апаратній частині блок визначення контрольованого параметра залежно від числа циклів, тиристорний перетворювач, блок тензометрії, датчики лінійних і кутових переміщень, систему управління блоками, яка **відрізняється** тим, що апаратна частина додатково містить блок реєстрації осцилограм у вигляді приставки до ультразвукового дефектоскопа, що дозволяє зберігати і в міру необхідності обробляти осцилограми розсіяного від структури ультразвукового сигналу, побудувати акустичну криву втоми - залежність коефіцієнта загасання ультразвукових хвиль від числа циклів, а система управління електродвигуном, приставкою і дефектоскопом, блоком тензометрії, датчиками лінійних і кутових переміщень має спеціалізований мікроконтролер, програмне забезпечення якого дозволяє забезпечити в режимі реального часу погоджену роботу блоків, а при необхідності гнучко змінювати параметри ступінчастого режиму вантаження в процесі випробувань за допомогою тиристорного перетворювача.

10

15

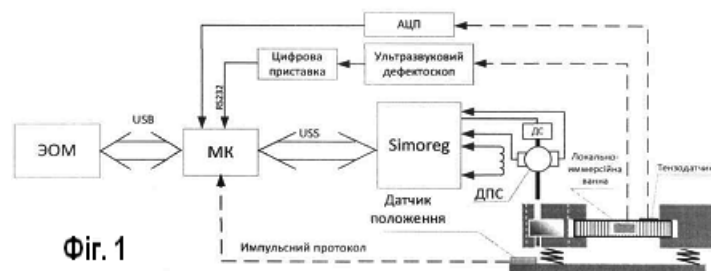


Fig. 1

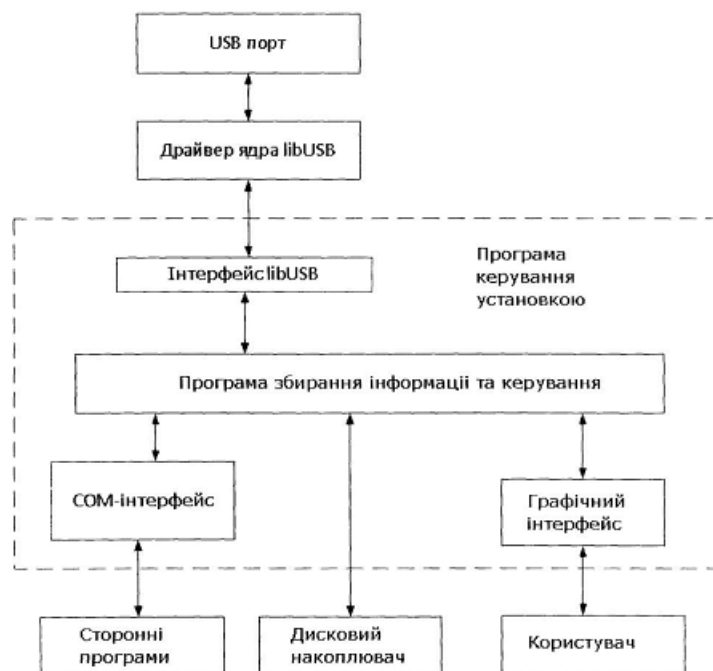


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601