



УКРАЇНА

(19) UA (11) 854 (13) U

(51) 7 G01L3/20, G01L25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) БАЛАНСИРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО МОМЕНТУ

(21) 2000074356

(22) 19.07.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Будько Микола Петрович

(73) Державне підприємство Запорізьке машино-  
будівне конструкторське бюро "Прогрес" імені ака-  
деміка О.Г. Івченка(57) 1. Балансирний пристрій для вимірювання  
обертального моменту, що містить розміщені на  
станині вимірювальний градувальний та гальмів-  
ний вузли, при цьому гальмівний вузол містить  
ротор гідрогаляма та балансирний статор гідрога-  
ляма, на якому діаметрально встановлені вимірю-  
вальний та градувальний важелі, який відрізня-

ється тим, що у вимірювальному вузлі робочий  
динамометр встановлено між станиною та вимі-  
рювальним важелем і до робочого динамометра  
підключений перший цифровий вимірювальний  
прилад, у градувальному вузлі зразковий дина-  
мометр встановлено між градувальним важелем  
та середньою точкою навантажувального важеля,  
який виконано у вигляді важеля другого роду, пе-  
рший кінець якого встановлено на шарнірній опорі,  
що розміщена на станині, а другий кінець зв'язан-  
ний з механізмом навантаження, до зразкового  
динамометра підключений другий цифровий вимі-  
рювальний прилад.

2. Балансирний пристрій по п. 1, який відрізня-  
ється тим, що робочий та зразковий динамометри  
встановлено на шарнірах.

Пристрій відноситься до вимірювальної тех-  
ніки, зокрема, до моменту вимірювальних пристро-  
їв випробувальних стендів, та може використовув-  
ватись для випробувань газотурбінних та інших  
двигунів.

Відомий пристрій для вимірювання оберталь-  
ного моменту містить балансирний електродвигун  
із підвищеним статором (Солохин Э.П. Испытания  
авиационных воздушно-реактивных двигателей.-  
М.:Машиностроение, 1975.-С.279,280, [1]), та  
складається із станини, на якій встановлено бала-  
нсирний електродвигун, статор якого підвищено на  
важільному механізмі, що являє собою коромисло,  
встановлене на важелі другого роду, важільний  
механізм містить регулятор, яким вивішують ста-  
тор, що через плече вимірювального важеля  
з'єднаний із перетворювачем зусилля у вимірюва-  
льну величину.

Недоліками відомого пристрою є:

- складність балансирного електродвигуна, в  
тому числі та, що викликана вимогами електробе-  
зопаски;

- використання балансирного електродвигуна  
в ролі електрогенератора, енергію якого в елект-  
родвигуні або в електричному навантаженні пере-  
ворюють у тепло, тому що передача її у промис-  
лову електромережу потребує спеціального при-  
строю;

- трудність досягнення великих потужностей у  
малих об'ємах. Найближчим до пристрою, що є,

по сукупності суттєвих ознак, суті задачі, що вирі-  
шується та технічному результату, що досягається  
та вибраний прототипом є стенд для вимірювання  
обертального моменту (Опис винаходу до А.С.  
СРСР 504 947 від 04.04.74, \*G 01 L 3/20, [2]), який  
містить гальмівний пристрій, що складається із  
ротора та балансирного статора із діаметрально  
розташованими на ньому важелями, що з'єднані із  
вимірювальним та градувальним пристроями,  
вимірювальний пристрій виконано у вигляді двох  
з'єднаних паралельно компенсаційних месдоз,  
градувальний — у вигляді двох паралельно пра-  
цюючих гідралічних навантажувачів, причому  
месدوزи та навантажувачі розташовані по різні  
боки важелів. Обертальний момент зчитується з  
манометра, що вимірює тиск у месдозі. Градує-  
ється стенд гідралічними навантажувачами за  
допомогою вантажо поршневого манометра.

Недоліки прототипу:

- точність месدوزи, що працює із вантажопор-  
шневим манометром, недостатня - не більше 0,2%  
([1], стор. 277);

- живлення месدوزи робочою рідиною із ком-  
пенсаційного та витрачального балонів напорним  
агрегатом ускладнює пристрій;

- використання двох месдоз, двох гідралічних  
навантажувачів, вантажопоршневого манометру із  
напорним агрегатом і супутньої до них арматурою  
(трубопроводами, вентилями) знижує надійність  
пристрою за рахунок збільшення числа елементів;

(19) UA (11) 854 (13) U

- використання гідравлічних елементів із немінучими протіканнями робочої рідини ускладнює обслуговування пристрою,

- зняття сил тертя в робочих парах поршень — циліндр гідравлічних навантажувачів та поршня вантажопоршневого манометру обертанням їх докола подовжніх осей вручну — ускладнює роботу із пристроєм, а застосування спеціального механізму — ускладнює пристрій, також при цьому ускладнюється процес вимірювання,

- вихідна величина гідравлічних навантажувачів та месдоз — тиск робочої рідини, а для отримання вихідної величини у вигляді електричних сигналів треба ввести у вимірювальний ланцюг перетворювач тиску в електричний сигнал, тобто ще зменшити точність вимірювання

Точність вимірювання, що досягається відомим пристроєм недостатня, головним чином через використання компенсаційної месдоз, можливість підвищення точності якої практично вичерпані. Але виробництво потребує підвищення точності принаймні у 5 разів. Наприклад, при модернізації лопатки газотурбінного двигуна його потужність може підвищитись на частки відсотка, що треба виміряти. При цьому бажано спростити пристрій, роботу з ним, процес вимірювання, підвищити надійність пристрою

Перед автором стояла задача вдосконалити балансірний пристрій для вимірювання обертового моменту щоб отримати наступні технічні результати: підвищити точність вимірювання із одночасним спрощенням конструкції та процесу вимірювання

Вдосконалення полягають у тому, що у відомий стенд для вимірювання обертового моменту, що містить розміщені на станині вимірювальний, градувальний та гальмівний вузли, при цьому гальмівний вузол містить ротор гідрогальма та балансірний статор гідрогальма, на якому діаметрально встановлені вимірювальний та градувальний важелі, внесені зміни, які полягають у тому, що у вимірювальному вузлі робочий динамометр встановлено між станиною і вимірювальним важелем і до робочого динамометра підключений перший цифровий вимірювальний прилад, а у градувальному вузлі зразковий динамометр встановлено між градувальним важелем та середньою точкою навантажувального важеля, який виконано у вигляді важеля другого роду, перший кінець якого встановлено на шарнірній опорі, розміщеній на станині, а другий кінець зв'язаний із механізмом навантаження, до зразкового динамометра підключений другий цифровий вимірювальний прилад

В окремому випадку робочий та зразковий динамометри встановлені на шарнірах

Ознаки пристрою, що пропонується, які співпадають із ознаками прототипу: стенд для вимірювання обертового моменту, який містить розташовані на станині вимірювальний, градувальний та гальмівний вузли, при цьому гальмівний вузол містить ротор гідрогальма та балансірний статор гідрогальма, на якому діаметрально встановлені вимірювальний та градувальний важелі

Ознаки, що відрізняють пристрій, що пропонується від прототипу, і які забезпечують технічні результати у всіх випадках, на які поширюється

обсяг правового захисту у вимірювальному вузлі робочий динамометр встановлено між станиною та вимірювальним важелем і до робочого динамометра підключений перший цифровий вимірювальний прилад, а у градувальному вузлі зразковий динамометр встановлено між градувальним важелем та середньою точкою навантажувального важеля, який виконано у вигляді важеля другого роду, перший кінець якого встановлено на шарнірній опорі, що розміщена на станині, а другий кінець зв'язаний із механізмом навантаження, до зразкового динамометра підключено другий цифровий вимірювальний прилад

В окремому випадку робочий та зразковий динамометри встановлені на шарнірах

Причинно-наслідкові зв'язки між новою сукупністю суттєвих ознак та технічними результатами, що досягаються

Поділ функцій робочого і зразкового динамометрів дозволяє поділити роботу та градування для роботи обрати динамометр з оптимальною для робочих вимірювань точністю, а для градування — динамометр з більшою точністю, і таким чином забезпечити високі метрологічні характеристики пристрою

Використання в якості динамометрів тензорезисторних силувимірювальних датчиків, наприклад, по ГОСТ 28 836-90 [3], дозволяє отримати потрібну точність вимірювання сили, а, отже, і обертового моменту отримати вихідний електричний сигнал і використати цифрові вимірювальні прилади для візуалізації результату вимірювань, а також використовувати ЕОМ для автоматизації вимірювання

Встановлення зразкового динамометра між градувальним важелем та середньою точкою навантажувального важеля дозволяє вимірювати градувальне зусилля безпосередньо на градувальному важелі та виключити похибки проміжних ланок градувального ланцюга

Введення цифрових вимірювальних приладів дозволяє з великою точністю виміряти вихідний сигнал робочого і зразкового динамометрів, зменшити помилки зчитування, що з'являються при використанні стрілочних вимірювальних приладів, а також створити умови для автоматизації процесу вимірювань

Введення навантажувального важеля, перший кінець якого встановлений на шарнірній опорі, розміщеній на станині, другий кінець зв'язаний із механізмом навантаження, а середня точка через зразковий динамометр зв'язана із градувальним важелем дозволяє передати зусилля від механізму навантаження на зразковий динамометр і таке ж зусилля — на градувальний важіль, а через корпус балансірного статора — і на вимірювальний важіль, при знятих градувальних вагах (гірях) забезпечити нульове завантаження робочого та зразкового динамометрів, змінюючи кількість градувальних ваг (гір) за допомогою зразкового динамометра відградувати будь яку точку шкали робочого динамометра

Встановлення робочого та зразкового динамометрів на шарнірах виключає позаосьові зусилля, що дозволяє уникнути похибок, що вносяться цими зусиллями

Таким чином, нова сукупність суттєвих ознак рішення, що пропонується, при взаємодії із відомими ознаками забезпечує появу нових властивостей у рішення, що пропонується, що дозволяє отримати згадані технічні результати

Сутність рішення, що пропонується пояснюється кресленням, де показано балансірний пристрій для вимірювання обертового моменту

Балансірний пристрій для вимірювання обертового моменту містить вимірювальний 1, градувальний 2, гальмівний 3 вузли, при цьому гальмівний вузол 3 містить ротор 4 гідрогальма та балансірний статор 5 гідрогальма, на якому діаметрально встановлені вимірювальний 6 та градувальний 7 важелі, у вимірювальному вузлі 1 до робочого динамометра 8 підключено перший цифровий вимірювальний прилад 9, при цьому робочий динамометр 8 встановлено між вимірювальним важелем 6 та станиною 10, у градувальному вузлі 2 зразковий динамометр 11 встановлено між градувальним важелем 7 та середньою точкою навантажувального важеля 12, який виконано у вигляді важеля другого роду, перший кінець якого встановлений на шарнірній опорі 13, що розміщена на станині 10, а другий кінець зв'язано із механізмом навантаження 14, до зразкового динамометра 11 підключено другий цифровий вимірювальний прилад 15

У окремому випадку робочий 8 та зразковий 11 динамометри встановлено на шарнірах 16

Пристрій працює наступним чином

Градування пристрою початковою масою механізму навантаження 14 (без ваг) попередньо завантажують зразковий 11 та робочий 8 динамометри, тобто задають початок навантажувальної характеристики. Змінюючи кількість ваг, створюють завантаження в потрібному діапазоні робочого

8 та зразкового 11 динамометрів та знімають навантажувальну характеристику пристрою

При вимірюваннях обертового моменту з двигуна, що випробують, передається на ротор 4 гідрогальма, поверхня якого третя об воду, що заповнює балансірний статор 5 гідрогальма та тягне його за собою. В режимі, що встановився, балансірний момент на балансірному статорі 5 гідрогальма дорівнює обертовому моменту на роторі 4 гідрогальма. Вимірявши балансірну силу на каліброваному по довжині вимірювальному важелі 6, визначають шуканий обертовий момент. Електричний сигнал з робочого 8 динамометра надходить до цифрового вимірювального приладу 9, з якого зчитується оператором. Електричний сигнал з обох динамометрів при застосуванні ЕОМ може використовуватись для автоматизації вимірювань

В окремому випадку встановлення робочого 8 та зразкового 11 динамометрів на шарнірах 16 призводить до повного виключення прикладення позаосьових зусиль до згаданих динамометрів, а, отже, до виключення помилок (похибок) від цих зусиль

В якості динамометрів можуть використовуватись силувимірювальні тензорезисторні датчики, наприклад, ТВС2 на номінальні навантаження 0,4-320 кН, із категорією точності 0,1%, або ТВС5 на номінальні навантаження 50-320 кН, з точністю у робочих датчиків – 0,04%, у зразковому (після атестації в Українському Центрі Стандартизації та Метрології) – 0,02%. Датчик ТВС6 дозволяє по інтерфейсу RS-232 отримати на дисплеї ЕОМ виміряне зусилля з точністю 0,04%. Датчики ТВС2 випускаються Одеським експериментальним заводом засобів автоматизації, а датчики ТВС5 та ТВС6 – Одеським державним політехнічним університетом

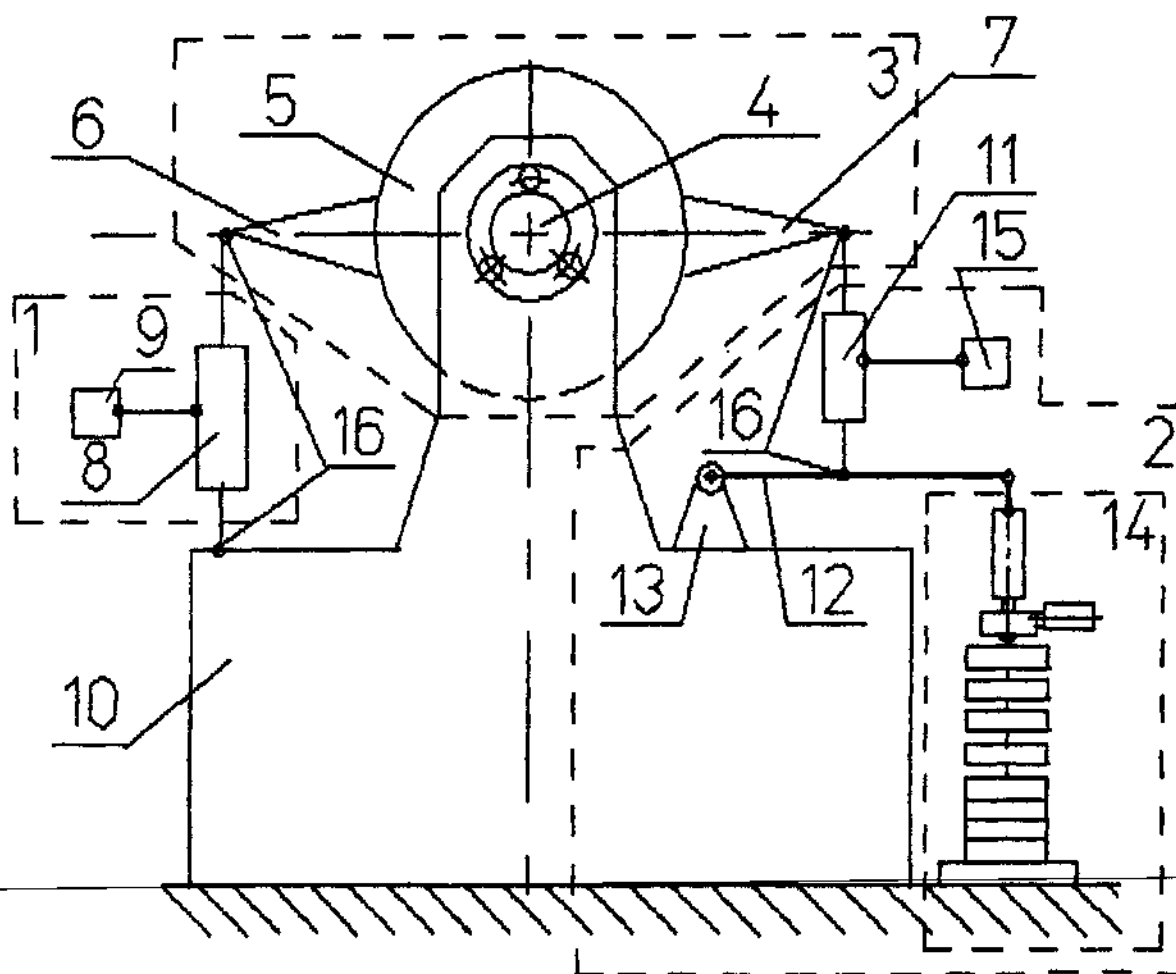


Fig.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку 12.11. 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг 6,42 обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. 659,5

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22