



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 99702

(13) U

(51) МПК

G01P 3/68 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 04083**

(22) Дата подання заявки: **16.04.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.06.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.06.2015, Бюл.№ 12**

(72) Винахідник(и):

**Дивнич Василь Миколайович (UA),  
Дивнич Микола Полікарпович (UA)**

(73) Власник(и):

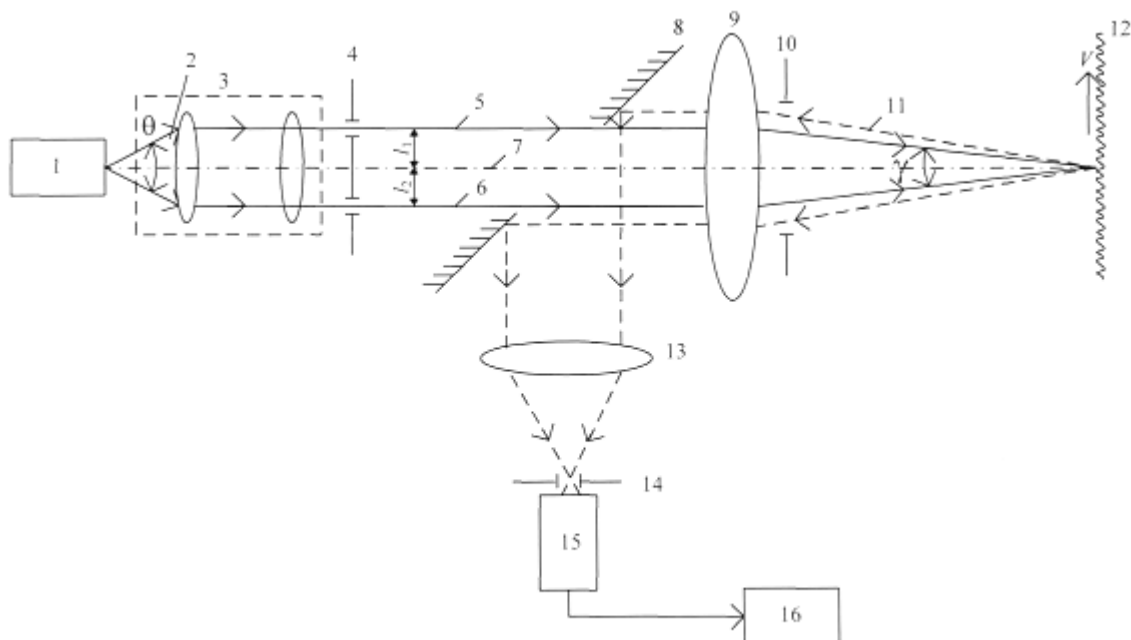
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ,**

**пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)**

## (54) ЛАЗЕРНИЙ ДОППЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ШВИДКОСТІ ТА ДОВЖИНИ

### (57) Реферат:

Лазерний доплерівський вимірювач швидкості та довжини складається з оптично узгодженого лазера, фокуруючого та збираючого об'єктивів, апертурної і фоновної діафрагми, фотоприймача та електронного блока вимірювання доплерівської частоти та довжини об'єкта. Додатково встановлені коліматор, діафрагма з двома отворами, які розташовані на різних відстанях відносно оптичної осі вимірювача, та за нею дзеркало з круглим отвором, що розташовано під кутом  $45^\circ$  до оптичної осі вимірювача.



Фіг. 1

UA 99702 U



Корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання швидкості та довжини протяжних виробів під час їх виготовлення (електричних кабелів, проволони з покриттям, а також вальцівки в умовах металургійного виробництва).

Відомий лазерний доплерівський вимірювач швидкості [1, рис. 5.1 с. 204] диференціального типу (аналог), який складається з лазера, розщеплювача лазерного променя, двох фокусуєчих та збираючого об'єктивів, апертурної та фонові діафрагми, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти.

Як найближчий аналог відомий лазерний доплерівський вимірювач швидкості та довжини, що описаний в роботі [2], який складається з лазера, розщеплювача лазерного променя, фокусуєчого та збираючого об'єктивів, апертурної та фонові діафрагми, фотоприймача та електронного блока вимірювання доплерівської частоти та довжини об'єкта.

В цьому вимірювачі на відміну від аналога [1] збираючий об'єктив встановлений після фокусуєчого для прийому відбитого назад випромінювання.

Але, в наведених вище, та інших відомих лазерних доплерівських вимірювачах швидкості та довжини, наприклад [3, 4] (аналоги), застосовується лазер, що має високу ступінь просторової когерентності. Якщо лазер не буде мати ступінь просторової когерентності 10 мм та більше, то в зоні вимірювання не буде утворюватись інтерференційна картина та доплерівський сигнал буде відсутній.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення лазерного вимірювача таким чином, щоб в ньому можна було використовувати не дороге джерело лазерного випромінювання з низьким ступенем просторової когерентності.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в лазерному доплерівському вимірювачі швидкості та довжини, який містить оптично узгоджене джерело лазерного випромінювання, фокусуєчий та збираючий об'єктиви, апертурну та фонову діафрагми, фотоприймач, електронний блок вимірювання доплерівської частоти та довжини об'єкта додатково введені коліматор, діафрагма з двома отворами, яка встановлена після коліматора та дзеркало з круглим отвором, що встановлено під кутом  $45^\circ$  до оптичної осі вимірювача за фокусуєчим об'єктивом.

В лазерному вимірювачі, що заявляється, за допомогою діафрагми з двома отворами із лазерного променя виділяються два лазерних промені, які за допомогою фокусуєчого об'єктиву направляються на об'єкт вимірювання.

Отвори на діафрагмі розташовані на різних відстанях відносно оптичної осі вимірювача. За рахунок цього два лазерних променя, що формуються на виході діафрагми проходять різну відстань до об'єкту вимірювання та інтерферують на поверхні об'єкта.

Для того, щоб відбувалась інтерференція лазерних променів, мінімальна різниця відстаней, яку вони повинні проходити дорівнює:  $\Delta L \geq \lambda$  ( $\lambda$  - довжина хвилі, на якій працює лазер).

За рахунок малої різниці відстаней, що проходять лазерної промені, на відміну від аналогів, де встановлено розщеплювач лазерних променів, в вимірювачі, що пропонується, можна застосовувати джерело лазерного випромінювання (наприклад потужний лазерний діод) з малим ступенем просторової когерентності.

Лазерний доплерівський вимірювач швидкості та довжини, що заявляється, працює наступним чином.

Випромінювання 2, джерела лазерного випромінювання 1, що має кут розходження  $9^\circ$ , направляється на коліматор 3, де воно перетворюється у паралельний пучок променів (фіг. 1).

Далі за допомогою діафрагми 4, що має два круглих отвори, виділяються два лазерних променя 5 та 6. Отвори діафрагми 4 (фіг. 2) розташовані на різних відстанях  $l_1$  та  $l_2$  відносно оптичної осі 7 (фіг. 1) вимірювача. Діаметри отворів в діафрагмі 4 однакові  $d=d_1=d_2$ .

Потім лазерні промені 5 та 6 за допомогою фокусуєчого об'єктиву 9 направляються на об'єкт 12, швидкість та довжина якого вимірюється.

За рахунок того, що різниця відстаней до об'єкта вимірювання 12, що проходять промені 5 та 6, мала  $\Delta L \geq \lambda$  на ньому утворюється інтерференційна картина. Період інтерференційної картини дорівнює:

$$\Delta x = \lambda / [2 \sin(\gamma/2)],$$

де:  $\gamma$  - кут, під яким промені 5 та 6 направляються об'єктивом 9 на об'єкт вимірювання 12.

Дифузно розсіяне та відбите від об'єкта вимірювання 12 випромінювання 11, виділяється апертурною діафрагмою 10 та об'єктивом 9 направляється на дзеркало 8 (фіг. 3). Дзеркало 8 має отвір діаметр якого  $D > (l_1 + l_2)$ , та розташовано під кутом  $45^\circ$  до оптичної осі 7 (фіг. 1) вимірювача.

Випромінювання 11, яке відбивається від дзеркала 8, збирається об'єктивом 13 та направляється на фотоприймач 15. Перед фотоприймачем 15 для зменшення фонового освітлення встановлена діафрагма 14.

5 Частота доплерівського сигналу, що утворюється на виході фотоприймача 15, пропорційна швидкості  $V$ , з якою рухається об'єкт 12:

$$f_d = \frac{2V}{\lambda} \sin \left\{ \frac{1}{2} \left[ \arctg \left( \frac{l_1}{f} \right) + \arctg \left( \frac{l_2}{f} \right) \right] \right\},$$

де:  $\lambda$  - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі;  $f$  - фокусна відстань об'єктива 9;  $l_1$  та  $l_2$  - відстані, на яких розташовані осі променів 5 та 6 відносно оптичної осі 7 ЛДА.

10 Вихідний сигнал з фотоприймача 15 далі поступає на електронний блок 16, де вимірюється частота доплерівського сигналу і швидкість та довжина об'єкту. Довжина об'єкту 12 визначається шляхом інтегрування швидкості  $V$ , з якої він рухається.

15 Лазерний доплерівський вимірювач швидкості та довжини, що пропонується, може застосовуватись в тих технологічних процесах, де необхідно вимірювати швидкість твердих поверхонь та їх довжину. Наприклад, дроту під час його дротування, електричних кабелів, вальцівки в умовах металургійного виробництва та на інших виробничих процесах.

Джерела інформації:

1. Дубнищев Ю.Н., Ринкевичус Б.С. Методы лазерной доплеровской анемометрии. - М.: Наука думка. 1982. - 304 с. (аналог).
2. Хурхесова А.В., Федоров Е.М. Лазерный доплеровский измеритель скорости и длины. III Научно-практическая конференция "Информационно-измерительная техника и технологии" 3-5 мая 2012 г. - [www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C18/029.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C18/029.pdf).
3. Лазерный измеритель скорости и длины LSV 6000. - [www.polytec.com/.../OM\\_BR\\_LSV-6000\\_2008\\_06\\_PDF\\_RUS.pdf](http://www.polytec.com/.../OM_BR_LSV-6000_2008_06_PDF_RUS.pdf)
- 25 4. Лазерный доплеровский измеритель скорости и длины твердых тел (горячего проката) "Квазар". - [vtkoit.narod.ru/htm.files/map.htm](http://vtkoit.narod.ru/htm.files/map.htm)

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Лазерний доплерівський вимірювач швидкості та довжини складається з оптично узгодженого лазера, фокушуючого та збираючого об'єктивів, апертурної і фонові діафрагми, фотоприймача та електронного блока вимірювання доплерівської частоти та довжини об'єкта, який **відрізняється** тим, що в ньому додатково після лазера встановлені коліматор, діафрагма з двома отворами, які розташовані на різних відстанях відносно оптичної осі вимірювача, та за нею дзеркало з круглим отвором, що розташовано під кутом  $45^\circ$  до оптичної осі вимірювача.



---

Комп'ютерна верстка І. МIRONENKO

---

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

---

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