



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **98377**

(13) **C2**

(51) МПК

**G01P 3/36** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

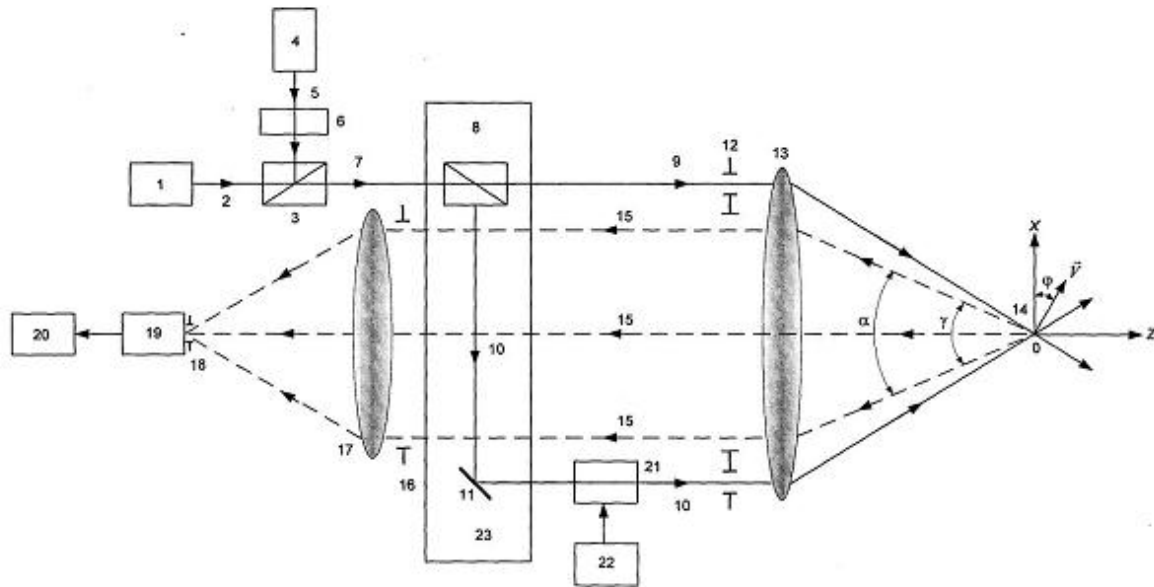
(21) Номер заявки:	<b>а 2010 10906</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Землянський Володимир Михайлович (UA),</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>10.09.2010</b>		<b>Гусєв Михайло Олегович (UA),</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>10.05.2012</b>		<b>Егоров Сергій Гаврилович (UA)</b>
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>12.03.2012, Бюл.№ 5</b>	(73) Власник(и):	<b>НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>10.05.2012, Бюл.№ 9</b>		<b>пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)</b>
		(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>SU 617994, 15.12.1982.</b>
			<b>SU 529660, 05.11.1979.</b>
			<b>SU 401221, 05.07.1974.</b>
			<b>UA 41580 A, 17.09.2001.</b>
			<b>UA 41625 A, 17.09.2001.</b>
			<b>UA 39445 A, 15.06.2001.</b>
			<b>UA 41610 A, 17.09.2001.</b>

## (54) ЛАЗЕРНИЙ ДОПЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ШВИДКОСТІ

### (57) Реферат:

Лазерний доплерівський вимірювач швидкості (ЛДВШ) належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для точного вимірювання швидкості газових потоків. ЛДВШ включає два лазери, напівхвильову пластину, поляризаційний розщеплювач, фазорегулятор, блок формування паралельних пучків, фокусуючий та збираючий об'єктиви, фотоприймач і вимірювач доплерівської частоти. ЛДВШ забезпечує високе співвідношення сигнал/шум за рахунок поляризаційного та фазового узгодження доплерівських сигналів.

UA 98377 C2



Фиг. 1

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для вимірювання локальних швидкостей газових потоків.

Відомий лазерний доплерівський вимірювач швидкості (ЛДВШ), побудований за схемою з опорним пучком [1], складається з лазера, світлоподільника, дзеркала, фокусуючого об'єктива, діафрагми, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти.

Недоліком цього ЛДВШ є залежність ширини частотного спектра доплерівського сигналу від кутової апертури приймальної оптики.

Цього недоліку позбавлена диференціальна схема ЛДВШ [2], яка найбільш близька за технічною суттю запропонованому пристрою. Цей ЛДВШ містить оптично узгоджені лазер, розщеплювач, формуючий два зондувальних пучка, фокусуючий об'єктив, збираючий об'єктив, хрестоподібну апертурну діафрагму, фотоприймач і вимірювач доплерівської частоти.

Однак відомий ЛДВШ має відносно низьку стійкість до перешкод при прийманні розсіяного назад випромінювання, що знижує його точність при вимірюванні високошвидкісних газових потоків.

В основу винаходу поставлена задача підвищення стійкості до перешкод схеми ЛДВШ, що працює в розсіяному назад світлі. Це досягається тим, що в пристрої встановлений другий лазер і поляризаційний розщеплювач, що дозволяє при використанні фазорегулятора, створити в зоні вимірювання дві узгоджені інтерференційні картини, що формуються пучками від двох лазерів з взаємно ортогональними поляризаціями. В такому випадку на вхід фотоприймача спрямовуються чотири розсіяні пучки з різними частотами, а на його виході внаслідок оптичного змішування формуються синфазні доплерівські сигнали, що і забезпечує підвищення співвідношення сигнал/шум і точності вимірювання.

В ЛДВШ поставлена задача досягається тим, що у вимірювачі, який складається з оптично узгоджених лазера на довжині хвилі випромінювання  $\lambda$ , розщеплювача, фокусуючого об'єктива, збираючого об'єктива, хрестоподібної апертурної діафрагми, фотоприймача, вимірювача доплерівської частоти, додатково введені другий лазер на довжині хвилі  $\lambda$ , напівхвильова пластина, поляризаційний розщеплювач, фазорегулятор з блоком живлення, причому поляризаційний розщеплювач встановлений між першим лазером і розщеплювачем, та другий вхід цього поляризаційного розщеплювача через напівхвильову пластину оптично узгоджений з другим лазером, крім того, фазорегулятор встановлений на виході розщеплювача на шляху одного з зондувальних пучків.

ЛДВШ (креслення) складається з: лазера 1, який випромінює вертикально поляризований пучок 2 за довжиною хвилі  $\lambda$ , поляризаційного розщеплювача 3, другого лазера 4, що випромінює вертикально поляризований пучок 5 за довжиною хвилі  $\lambda$ , напівхвильової пластини 6, пучка 7, світлоподільника 8, який ділить пучок 7 на два пучки 9 і 10 рівної інтенсивності, дзеркала 11, апертурної діафрагми 12 з хрестоподібним отвором [2], фокусуючого об'єктива 13, зони вимірювання 14, розсіяного випромінювання 15, збираючого об'єктива 17 з діафрагмою 16, фотоприймача 19 з діафрагмою 18, вимірювача доплерівської частоти 20, фазорегулятора 21 з блоком живлення 22; розщеплювача 23, який складається з елементів 8 і 11 та формує зондувальні пучки 9 і 10.

ЛДВШ (крес.) працює наступним чином. Лазер 1 випромінює вертикально поляризований пучок 2, який проходить поляризаційний розщеплювач 3 і формує на його виході пучок 7. Другий лазер 4 випромінює вертикально поляризований пучок 5, який перетворюється напівхвильовою пластиною 6 в горизонтально поляризований і далі направляється на другий вхід розщеплювача 3, формуючи на його виході пучок 7. Таким чином, пучок 7 являє собою суперпозицію двох пучків 2 і 5, що мають лінійні взаємно ортогональні поляризації. Далі пучок 7 ділиться світлоподільником світла 8 на два пучки 9 та 10 рівної інтенсивності. Причому кожний пучок 9 і 10 складається з двох пучків, що мають лінійні взаємно ортогональні поляризації. На виході розщеплювача 23 формуються паралельні та симетричні відносно оптичної осі схеми OZ пучки 9 та 10, які фокусуються об'єктивом 13 в зоні вимірювання 14, в якій вони перехрещуються під кутом  $\gamma$ . Через зону вимірювання рухається, наприклад, повітряний потік зі швидкістю  $\vec{V}$ .

Розсіяне назад випромінювання 15 збирається у межах кутової апертури  $\alpha$  хрестоподібної діафрагми 12 та далі, проходячи діафрагму 16, фокусується об'єктивом 17 на фотокатоді фотоприймача 19. Розмір круглого отвору діафрагми 18 вибирається дещо більшим за розміром, ніж діаметр сфокусованої плями на фотокатоді фотоприймача 19.

В зоні вимірювання 14 формується від двох пучків, що мають вертикальну поляризацію (лазер 1), інтерференційна картина з періодом

$$\delta_x = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}, \quad (1)$$

а також друга інтерференційна картина з таким же періодом (1) від двох пучків, що мають горизонтальну поляризацію. Тому внаслідок оптичного змішування на фотокатоді фотоприймача 19 чотирьох розсіяних пучків, два з яких мають вертикальну поляризацію, а два інші - горизонтальну поляризацію; на виході фотоприймача формується відповідно два доплерівські сигнали на одній і тій же частоті. Ці доплерівські сигнали можуть мати різні фази. Тому синфазність цих двох корисних сигналів [3] досягається за допомогою оптичного фазорегулятора 21, що забезпечує підвищення співвідношення сигнал/шум на виході фотоприймача 19. Сигнал з виходу фотоприймача надходить до вимірювача доплерівської

частоти 20, який видає інформацію про швидкість потоку  $V_x = V \cos \varphi$  (де  $\varphi$  - кут між вектором швидкості  $\vec{V}$  та віссю ОХ).

Суттєве підвищення співвідношення сигнал/шум і відповідно точності в ЛДВШ, що пропонується, досягається як за рахунок поляризаційного узгодження змішуваних розсіяних пучків, що збираються у межах хрестоподібної діафрагми [3], так і забезпечення синфазного приймання розсіяного випромінювання від двох лазерів 1 та 4.

Джерела інформації

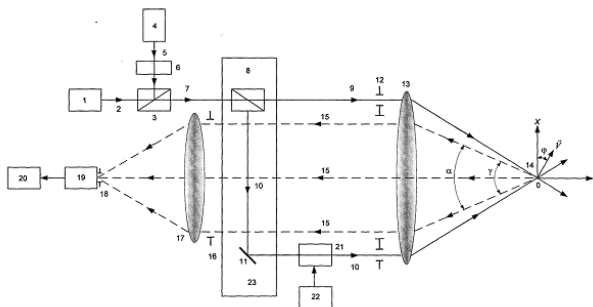
1. Лазерный анемометр. Патент США № 3.409.369.

2. Землянский В. М., Грохольский А. Л. Лазерный доплеровский измеритель локальной скорости. А. С. СССР № 617 994, БИ № 46, 1982 г.

3. Землянский В. М. Измерение скорости потоков лазерным доплеровским методом. К.: Вища шк., 1987 г. - 177 с.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Лазерний доплерівський вимірювач швидкості, що містить оптичні узгоджені лазер на довжині хвилі випромінювання  $\lambda$ , розщеплювач, що формує два зондувальні пучки, фокусуючий об'єктив з хрестоподібною апертурною діафрагмою, збираючий об'єктив, фотоприймач і вимірювач доплерівської частоти, причому вихід фотоприймача з'єднаний з входом вимірювача доплерівської частоти, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введені другий лазер на довжині хвилі  $\lambda$ , напівхвильова пластина, поляризаційний розщеплювач, фазорегулятор з блоком живлення, причому поляризаційний розщеплювач встановлений між першим лазером і розщеплювачем, а другий вхід поляризаційного розщеплювача через напівхвильову пластину оптично узгоджений з другим лазером, крім того, фазорегулятор встановлений на виході розщеплювача на шляху одного з зондувальних пучків.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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