



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **78043** (13) **U**
(51) МПК
G01P 3/36 (2006.01)

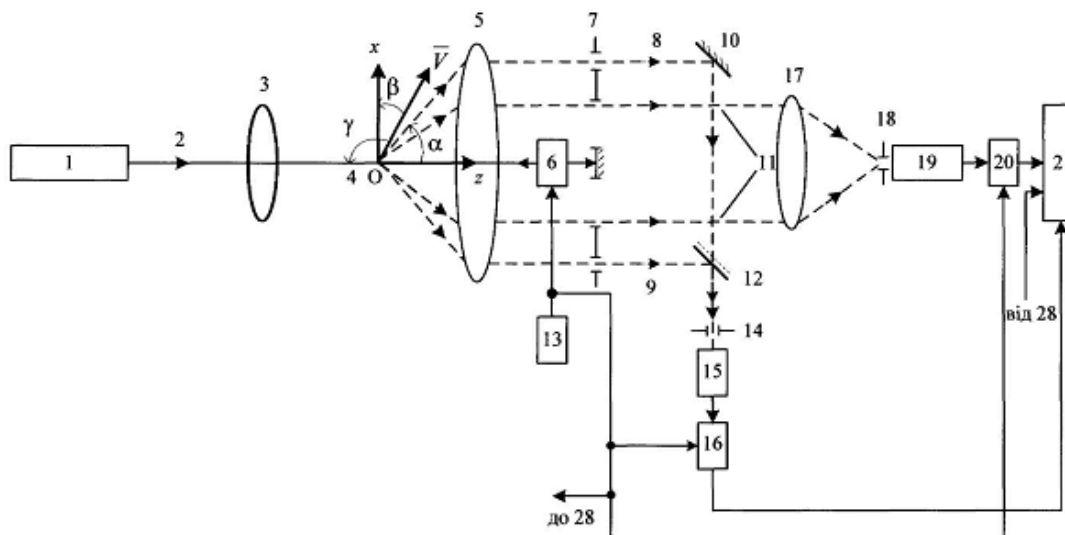
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 08786	(72) Винахідник(и): Дивнич Микола Полікарпович (UA), Дивнич Василь Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.07.2012	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (НАУ), пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.03.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2013, Бюл.№ 5	

(54) ЛАЗЕРНИЙ ТРИКОМПОНЕНТНИЙ ДОПЛЕРІВСЬКИЙ АНЕМОМЕТР

(57) Реферат:

Лазерний трикомпонентний доплерівський анемометр складається з оптично узгодженого лазера, об'єктива, що фокусує лазерний промінь, та об'єктива, що збирає розсіяне випромінювання, оптичного затвора, до якого підключений генератор імпульсів, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти. В ньому додатково встановлені апертурна діафрагма з п'ятьма отворами, об'єктив, чотири дзеркала, два з яких напівпрозорих, три електронні ключі та фотоприймач.



Фиг. 1

UA 78043 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для вимірювання трьох складових вектора швидкості потоку рідини або газу.

Відомий лазерний доплерівський анемометр (ЛДА) [1, рис 122 а, с. 148] (аналог), який складається з лазера, розщеплювача лазерного променя, об'єктива, що фокусує, та двох об'єктивів, що збирають випромінювання, апертурної діафрагми з двома круглими отворами, двох фотоприймачів та двох вимірювачів доплерівської частоти.

Але цьому ЛДА властиві наступні недоліки. По-перше в зону вимірювання одночасно направляються три промені. За рахунок інтерференції опорних лазерних променів та розсіяних променів на виходах фотоприймачів утворюються не тільки сигнали, що пропорційні складовим вектора швидкості потоку, але також сигнали перехресних високочастотних завад, спектри яких можуть накладатися на спектри корисних сигналів. В такому випадку складно виділити корисні сигнали, що пропорційні складовим вектора швидкості потоку. Такий ЛДА також не може вимірювати три складові вектора швидкості потоку.

Відомий ЛДА [2] (прототип), в якому в зону вимірювання одночасно направляються три лазерних промені на шляху яких встановлені три оптичних затвори. Такий ЛДА складається з ЛДА диференціального типу та ЛДА на зустрічних променях. Недоліком такого ЛДА є те що за його допомогою не можливо вимірювати три складові вектора швидкості потоку.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення ЛДА за рахунок поєднання схем побудови ЛДА двох типів - ЛДА інверсно-диференціального типу та ЛДА на зустрічних променях.

Задача вирішується за рахунок того, що в ЛДА, який містить оптично узгоджений лазер, об'єктив, що фокусує лазерний промінь, та об'єктив, що збирає розсіяне випромінювання, оптичний затвор, до якого підключений генератор імпульсів, фотоприймач та вимірювач доплерівської частоти, згідно з корисною моделлю, додатково встановлені апертурна діафрагма з п'ятьма отворами, об'єктив, чотири дзеркала, два з яких напівпрозорі, три електронні ключі та фотоприймач.

Трикомпонентний ЛДА, який вимірює V_x , V_y та V_z -- ортогональні складові вектора швидкості потоку, схема якого зображена на Фіг. 1 та Фіг. 2 складається з ЛДА інверсно-диференціального типу та ЛДА на зустрічних променях.

За допомогою ЛДА інверсно-диференціального типу вимірюються V_x та V_y складові вектора швидкості потоку \bar{V} .

За допомогою ЛДА на зустрічних променях вимірюється V_z складова вектора швидкості потоку \bar{V} .

Лазерний доплерівський анемометр в режимі вимірювання V_x складової вектора швидкості (див. Фіг. 1) працює наступним чином.

Лазер 1 випромінює промінь 2, який за допомогою об'єктива 3 фокусується в зону вимірювання 4, через яку зі швидкістю \bar{V} рухається потік рідини або газу.

В перший період вимірювання генератор 13 виробляє імпульс, який закриває оптичний затвор 6 і електричний ключ 20 а також відкриває електричні ключі 16 та 28.

Тоді на вхід вимірювача доплерівської частоти 21 будуть подаватися тільки сигнали з фотоприймачів 15 та 27.

Для вимірювання V_x компоненти вектора швидкості за допомогою об'єктива 5 та діафрагми 7 (див. Фіг. 3) виділяються два розсіяних промені 8 та 9, що розташовані вздовж осі Ox , під кутом α симетрично відносно центру діафрагми 7.

Розсіяний промінь 8 відбивається від непрозорого дзеркала 10, проходить напівпрозоре дзеркало 12 та направляється на фотоприймач 15, перед яким встановлена фонова діафрагма 14.

Розсіяний промінь 9 відбивається від напівпрозорого дзеркала 12 і також направляється на фотоприймач 15.

На виході фотоприймача утворюється електричний сигнал, який має постійну та змінну складові.

Змінна доплерівська складова вихідного сигналу фотоприймача 15 пропорційна V_x компоненті вектора швидкості потоку.

На Фіг. 4 представлена геометрія розсіяних променів у схемі ЛДА інверсно-диференціального типу.

На Фіг. 4 зображені \bar{K}_{s_1} , \bar{K}_{s_2} - хвильові вектори першого та другого розсіяних променів відповідно: \bar{K}_l - хвильовий вектор лазерного променя;

$$|\bar{K}_i| \approx |\bar{K}_{s_1}| \approx |\bar{K}_{s_2}| = \frac{2\pi}{\lambda_0}.$$

Частота доплерівського сигналу на виході фотоприймача буде дорівнювати:

$$f_{Дх} = \frac{2n_c |\bar{V}|}{\lambda_0} \sin \alpha \cos \beta,$$

де: n_c - показник заломлення середовища, потоку що досліджується; λ_0 - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі; β - кут між вектором швидкості та різницею векторів розсіяних променів 8 та 9; 2α - кут між розсіяними променями 8 та 9.

Вихідний сигнал фотоприймача 15 надходить на вимірювач частоти доплерівського сигналу 21, за допомогою якого визначається значення V_x складової вектора швидкості \bar{V} .

Лазерний доплерівський анемометр в режимі вимірювання V_y складової вектора швидкості (див. Фіг. 2) працює наступним чином.

Для вимірювання V_y компоненти вектора швидкості 22 та 23, що розташовані вздовж осі Оу, під кутом α симетрично відносно центру діафрагми 7.

Розсіяний промінь 22 відбивається від непрозорого дзеркала 24, проходить напівпрозоре дзеркало 25 та направляється на фотоприймач 27, перед яким встановлена фонова діафрагма 26.

На виході фотоприймача утворюється електричний сигнал, який має постійну та змінну складові.

Змінна доплерівська складова вихідного сигналу фотоприймача 27 пропорційна V_y компоненті вектора швидкості потоку.

Частота доплерівського сигналу на виході фотоприймача буде дорівнювати:

$$f_{Ду} = \frac{2n_c |\bar{V}|}{\lambda_0} \sin \alpha \cos \psi,$$

де: n_c - показник заломлення середовища, потоку що досліджується; λ_0 - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі; ψ - кут між вектором швидкості та різницею векторів розсіяних променів 22 та 23; 2α - кут між розсіяними променями 22 та 23.

Вихідний сигнал фотоприймача 27 надходить на вимірювач частоти доплерівського сигналу 21, за допомогою якого визначається значення V_y складової вектора швидкості \bar{V} .

Таким чином впродовж тривалості імпульсу, що видає генератор 13 і який дорівнює τ , одночасно вимірюються дві складові вектора швидкості потоку V_x та V_y .

Лазерний доплерівський анемометр в режимі вимірювання V_z складової вектора швидкості (див. Фіг. 1) працює наступним чином.

В період відсутності імпульсу на виході генератора 13 (пауза між імпульсами також дорівнює τ) оптичний затвор 6 відкривається, електронні ключі 16 та 28 закриваються а електронний ключ 20 відкривається.

Тоді на вхід вимірювача доплерівської частоти 21 буде подаватися тільки сигнал з фотоприймача 19.

Лазер 1 випромінює промінь 2, який за допомогою об'єктива 3 фокусується в зону вимірювання 4, через яку зі швидкістю \bar{V} рухається потік рідини або газу.

Лазерний промінь 2 проходить об'єктив 5, оптичний затвор 6, відбивається від центру діафрагми 7, що має дзеркальне покриття, та об'єктивом 5 знову направляється до зони вимірювання 4.

Таким чином в період паузи імпульсу в зону вимірювання 4 направляються два зустрічних лазерних промені.

За допомогою об'єктива 5 та діафрагми 7 виділяється в межах кільцевого отвору частина розсіяного випромінювання 11 (див. Фіг. 3). Це розсіяне випромінювання 11 об'єктивом 17 направляється на фотоприймач 19, перед яким встановлена фонова діафрагма 18.

На виході фотоприймача утворюється електричний сигнал, який має постійну та змінну складові.

Змінна доплерівська складова вихідного сигналу фотоприймача 19 пропорційна V_z компоненті вектора швидкості потоку.

Частота доплерівського сигналу на виході фотоприймача буде дорівнювати:

$$f_{Дz} = \frac{2n_c |\bar{V}|}{\lambda_0} \cos \gamma,$$

де: n_c - показник заломлення середовища, потоку що досліджується; λ_0 - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі; γ - кут між вектором швидкості та лазерним променем 2.

Вихідний сигнал фотоприймача 19 надходить на вимірювач частоти доплерівського сигналу 21, за допомогою якого визначається значення V_z складової вектора швидкості \vec{V} .

Таким чином впродовж паузи імпульсу, що дорівнює τ , вимірюється V_z складова вектора швидкості потоку.

Трикомпонентний ЛДА, що пропонується, може знайти застосування під час дослідження характеру течії в різного типу гідравлічних системах а також під час дослідження моделей літальних апаратів та їх елементів у аеродинамічних трубах.

Джерела інформації:

1. Клочков В.П., Козлов Л.Ф., Потыкевич И.В., Лазерная анемометрия, дистанционная спектроскопия и интерферометрия. -К.: Наукова думка, 1985. - 759 с. (аналог).

2. Патент на корисну модель № 59113 Лазерний двокомпонентний доплерівський анемометр. Від 10.05.2011. Дивнич М.П., Дивнич В.М. МПК G01P 3/36 (2006/1) (прототип).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Лазерний трикомпонентний доплерівський анемометр, який складається з оптично узгодженого лазера, об'єктива, що фокусує лазерний промінь, та об'єктива, що збирає розсіяне випромінювання, оптичного затвора, до якого підключений генератор імпульсів, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти, який **відрізняється** тим, що в ньому додатково встановлені апертурна діафрагма з п'ятьма отворами, об'єктив, чотири дзеркала, два з яких напівпрозорі, три електронні ключі та фотоприймач.

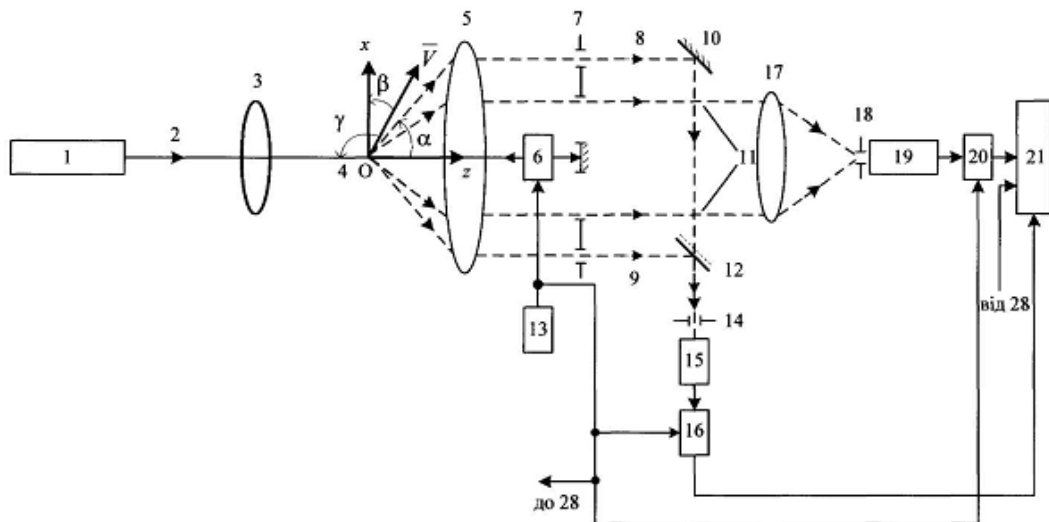
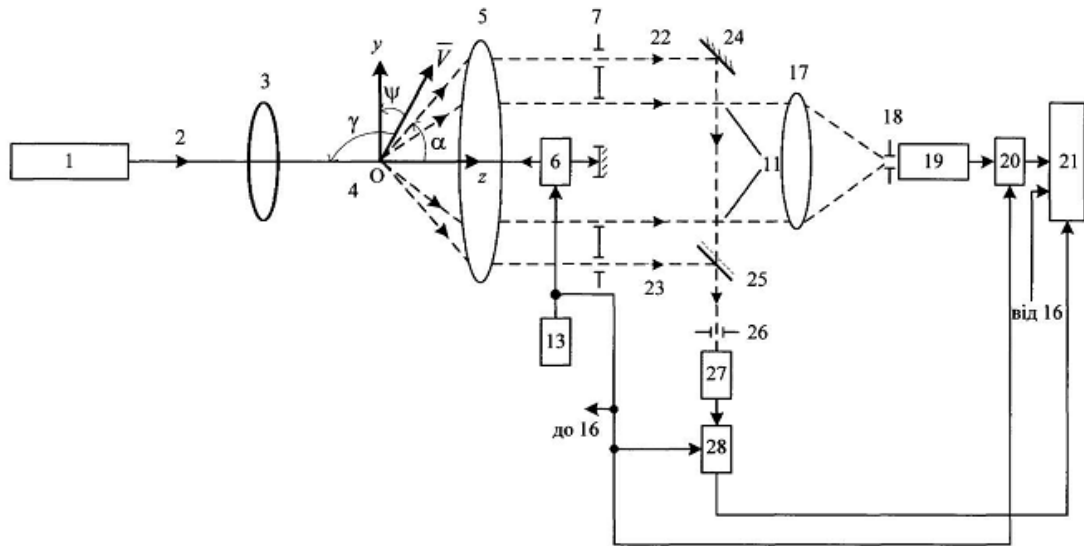
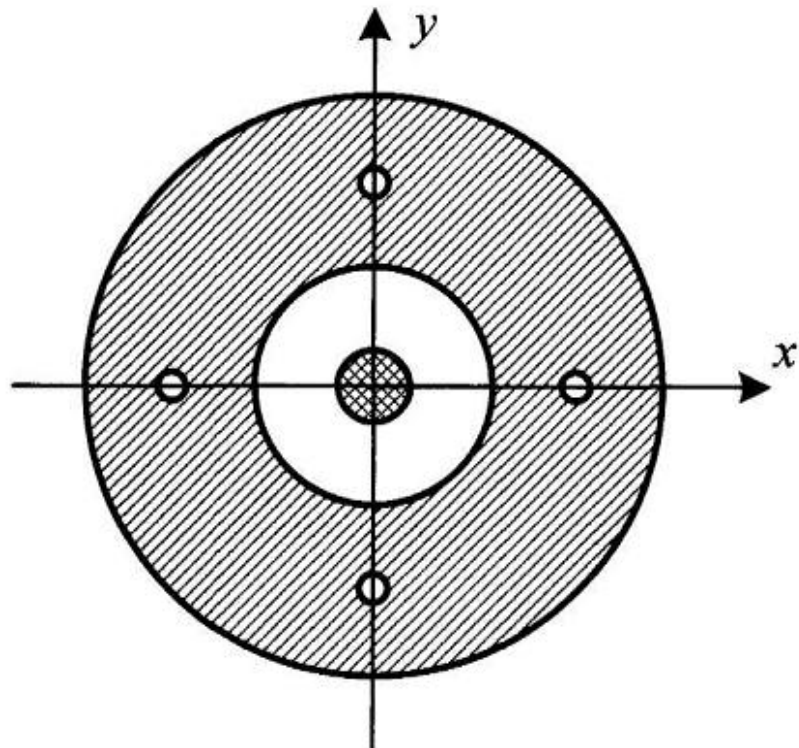


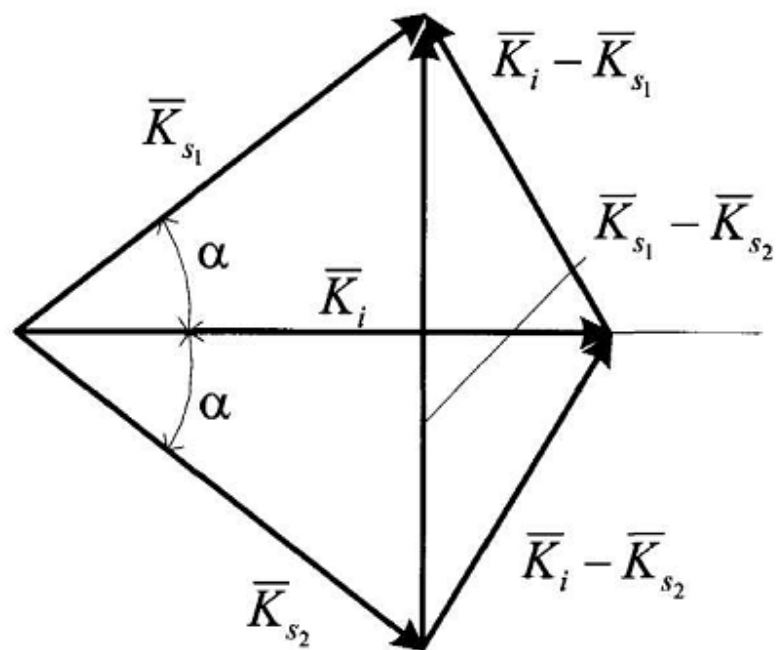
Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка С. Чулій

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