



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 94183

(13) U

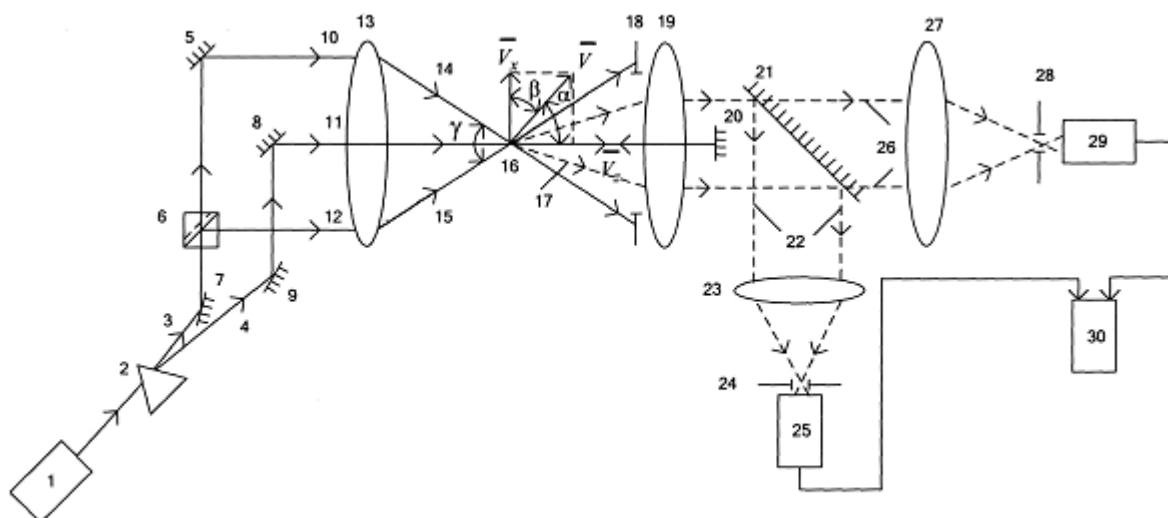
(51) МПК

G01P 3/68 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2013 09057****(22)** Дата подання заявки: **19.07.2013****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2014****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2014, Бюл.№ 21****(72)** Винахідник(и):**Дивнич Микола Полікарпович (UA),****Дивнич Василь Миколайович (UA),****Тимченко Олександра Миколаївна (UA)****(73)** Власник(и):**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ****УНІВЕРСИТЕТ,****пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)****(54) ЛАЗЕРНИЙ ДВОКОМПОНЕНТНИЙ ДОППЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ШВИДКОСТІ****(57)** Реферат:

Лазерний двокомпонентний доплерівський вимірювач швидкості складається з оптично узгодженого лазера, розщеплювача лазерного променя на три променя, фокусуючого та збираючого об'єктивів, непрозорого дзеркала, що встановлено за збираючим об'єктивом, апертурної і фонові діафрагми, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти. В ньому застосований двохвильовий лазер, а також додатково встановлені дисперсійний оптичний елемент, дихроматичний розщеплювач, збираючий об'єктив, фонові діафрагма та фотоприймач.



Фиг. 1

UA 94183 U

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

Відомий двокомпонентний лазерний доплерівський вимірювач швидкості ЛДВШ [1, рис. 122 а, с. 148] (аналог), який складається з лазера, розщеплювача лазерного променя, фокусуєчого та двох збираючих об'єктивів, апертурної діафрагми з двома круглими отворами двох фотоприймачів та двох вимірювачів доплерівської частоти.

Але цьому ЛДВШ властиві наступні недоліки.

По-перше, в зону вимірювання одночасно направляються три променя. За рахунок інтерференції опорних лазерних променів та розсіяних променів на виходах фотоприймачів утворюються не тільки сигнали, що пропорційні двом складовим вектора швидкості потоку, але 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.

По-друге, прийом розсіяного випромінювання у такому ЛДВШ здійснюється у відносно маленькій кутовій апертурі, що приводить до низького відношення сигнал/завада доплерівського сигналу.

Відомий також ЛДВШ [2] (прототип), який складається з лазера, розщеплювача лазерного променя, фокусуєчого та збираючого об'єктивів, непрозорого дзеркала, апертурної та фонові діафрагм, трьох оптичних затворів, лінії затримки, генератора, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти.

Але такому ЛДВШ притаманний недолік, який полягає в тому що дві ортогональні проекції вектора швидкості потоку V_x та V_z вимірюються не одночасно. У такому ЛДВШ реалізовано розподілення вимірювання складових вектора швидкості у часі. Такий недолік приводить до того, що під час вимірювання швидкості турбулентних потоків за час вимірювання однієї складової вектора швидкості потоку друга складова зміниться за величиною. Тому буде виникати неоднозначність результатів вимірювань.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення ЛДВШ, що полягає в проведенні одночасного вимірювання двох складових вектора швидкості потоків рідини або газу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в ЛДВШ, який містить оптично узгоджений лазер, розщеплювач лазерного променя на три променя, фокусуєчий та збираючий об'єктиви, апертурну та фонову діафрагми, непрозоре дзеркало, фотоприймач та вимірювач доплерівської частоти додатково введені дисперсійний оптичний елемент, який встановлений після двохвильового лазера, дихроматичний розщеплювач, збираючий об'єктив, фонову діафрагму та фотоприймач.

В ЛДВШ, який заявляється, в зону вимірювання направляються три лазерних променя, але на відміну від прототипу, лазерні промені в цьому ЛДВШ мають різну довжину хвилі. За допомогою дихроматичного розщеплювача розсіяне випромінювання мікрочастинками, що рухаються з потоком, поділяється на два розсіяних лазерних пучки, які мають різну довжину хвилі та зсунути за частотою, пропорційною складовим вектора швидкості потоку. Сигнали, що утворюються на фотоприймачах містять доплерівський зсув частоти, пропорційний V_x та V_z складовим вектора швидкості.

Двокомпонентний ЛДВШ, який одночасно вимірює V_x та V_z ортогональні складові вектора швидкості потоку, схема якого зображена на фіг. 1 складається з схеми ЛДВШ на зустрічних променях та диференціального ЛДВШ.

За допомогою диференціального ЛДВШ вимірюється V_x складова вектора швидкості потоку.

Схема ЛДВШ на зустрічних променях призначена для вимірювання V_z компоненти вектора швидкості.

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

Випромінювання двохвильового лазера 1 (наприклад аргонного лазера) направляється на оптичний дисперсійний елемент 2 (наприклад дисперсійну призму), за допомогою якого воно поділяється на два промені 3 та 4, які мають довжини хвиль λ_1 та λ_2 .

Промінь 3 відбивається від дзеркала 7, проходить світлорозщеплювач 6 та направляється на дзеркало 5. За допомогою розщеплювача 6 та дзеркала 5 промінь 3 поділяється на два промені 10 та 12, які фокусуєчим об'єктивом 13 направляються у зону вимірювання 16.

Лазерні промені 14 та 15 після проходження зони вимірювання 16 потрапляють на діафрагму 18 і далі не проходять в оптичний тракт ЛДВШ.

Розсіяне випромінювання 17 мікрочастинками, що рухаються з потоком, збирається об'єктивом 19 та відбивається від дихроматичного розщеплювача 21. Розсіяне випромінювання

22 має довжину хвилі λ_1 . Воно об'єктивом 23 направляється на фотоприймач 25, перед яким встановлена фонова діафрагма 24.

Вихідний сигнал фотоприймача 25 далі надходить на вимірювач частоти доплерівського сигналу 30.

5 Таким чином у ЛДВШ реалізована диференціальна схема вимірювання V_x складової вектора швидкості потоку.

Змінна складова сигналу, що утворюється на виході фотоприймача 25, пропорційна V_x компоненті вектора швидкості потоку.

$$f_{dx} = \frac{2n_c |\vec{V}|}{\lambda_{10}} * \cos \beta * \sin \frac{\gamma}{2},$$

10 де: n_c - показник заломлення середовища, потоку що досліджується;

λ_{10} - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі; β - кут між вектором швидкості та різницею векторів $|\vec{K}_1| - |\vec{K}_2|$; γ - кут між променями 13 та 14.

На фіг. 2. представлена геометрія лазерних та розсіяних променів у диференціальній схемі ЛДВШ.

15 На фіг. 2 зображені: $|\vec{K}_1|, |\vec{K}_2|$ - хвильові вектори першого та другого розсіяних променів відповідно; \vec{K}_s - хвильовий вектор розсіяного променя;

$$|\vec{K}_s| \approx |\vec{K}_1| \approx |\vec{K}_2| = \frac{2\pi}{\lambda_1}.$$

Лазерний промінь 4, що має довжину хвилі λ_2 , відбивається від дзеркал 9 та 8 і за допомогою об'єктива 13 також направляється в зону вимірювання 16.

20 Далі промінь 11 проходить об'єктив 19 та відбивається від непрозорого дзеркала 20, що встановлено за збираючим об'єктивом 19.

Після відбиття від дзеркала 20 лазерний промінь об'єктивом 19 фокусується в зоні вимірювання швидкості потоку 16.

25 Таким чином в двокомпонентному ЛДВШ, що заявляється, реалізована схема на зустрічних променях.

За допомогою цієї схеми вимірюється V_z компонента вектора швидкості.

30 Мікрочастинки, які рухаються разом з потоком рідини або газу, розсіюють лазерне випромінювання. Це розсіяне випромінювання 17 збирається об'єктивом 19 в межах апертурної діафрагми 18, проходить дихроматичний розщеплювач 21, що виділяє розсіяне випромінювання 26, яке має довжину хвилі λ_2 . Розсіяне випромінювання 26 за допомогою об'єктива 27 направляється на фотоприймач 29.

Для зменшення завад, що виникають під дією стороннього фонового випромінювання перед фотоприймачем 29 встановлена фонова діафрагма 28.

35 В результаті оптичного гетеродинування на виході фотоприймача 29 утворюється сигнал, що має постійну та змінну складові.

Змінна, доплерівська складова вихідного сигналу фотоприймача 29, пропорційна V_z компоненті вектора швидкості та дорівнює:

$$f_{dx} = \frac{2n_c |\vec{V}|}{\lambda_{20}} * \cos \alpha$$

40 де: n_c - показник заломлення середовища, потоку що досліджується; λ_{20} - довжина хвилі лазерного променя у вакуумі; α - кут між вектором швидкості та лазерним променем 11.

Вихідний сигнал фотоприймача 29 надходить на вимірювач частоти доплерівського сигналу 30.

45 Таким чином, за рахунок того, що розсіяне випромінювання, яке містить доплерівських зсув частоти, пропорційний V_x та V_z ортогональним складовим вектора швидкості потоку має різну довжину хвилі, у ЛДВШ, що заявляється відбувається одночасне вимірювання цих складових вектора швидкості.

Двокомпонентний ЛДВШ, що пропонується, може знайти застосування під час дослідження характеру течії у різного типу гідравлічних систем, а також під час дослідження моделей літальних апаратів та їх елементів у аеродинамічних трубах.

50

Джерела інформації

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

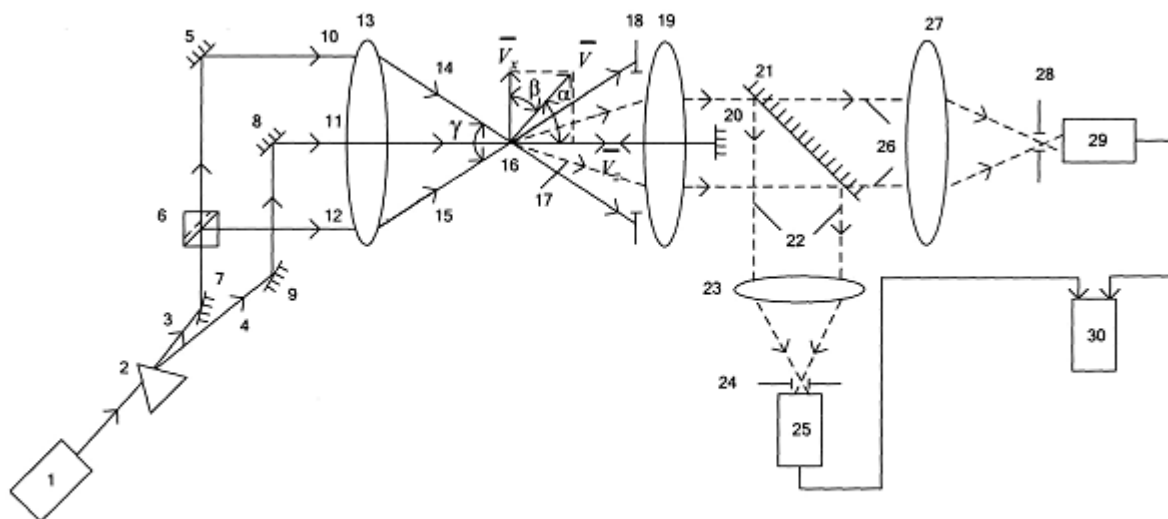
2. Дивнич М.П., Дивнич В.М. Патент на корисну модель №59113 від 10.05.2011 МПК G01P 3/36 (2006/1) «Лазерний двокомпонентний доплерівський анемометр» опубл. 10.05.2011, Бюл. №9 (прототип).

5

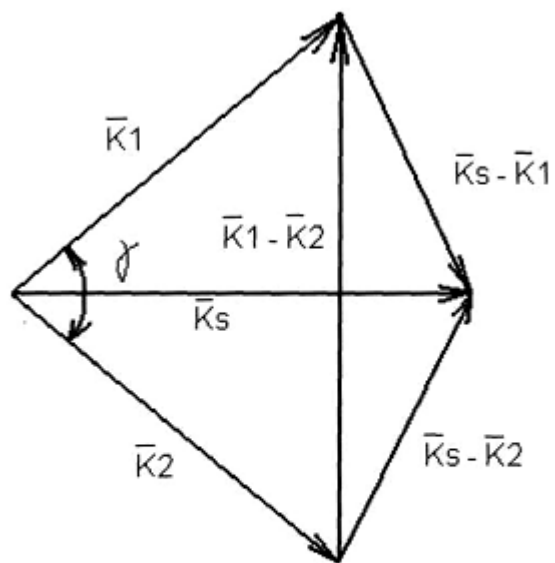
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Лазерний двокомпонентний доплерівський вимірювач швидкості, що складається з оптично узгодженого лазера, розщеплювача лазерного променя на три променя, фокусуючого та збираючого об'єктивів, непрозорого дзеркала, що встановлено за збираючим об'єктивом, апертурної і фонові діфрагми, фотоприймача та вимірювача доплерівської частоти, який **відрізняється** тим, що в ньому застосований двохвильовий лазер, а також додатково встановлені дисперсійний оптичний елемент, дихроматичний розщеплювач, збираючий об'єктив, фоновіа діфрагма та фотоприймач.



Фиг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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