



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 163115

(13) U

(51) МПК

G08B 13/18 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

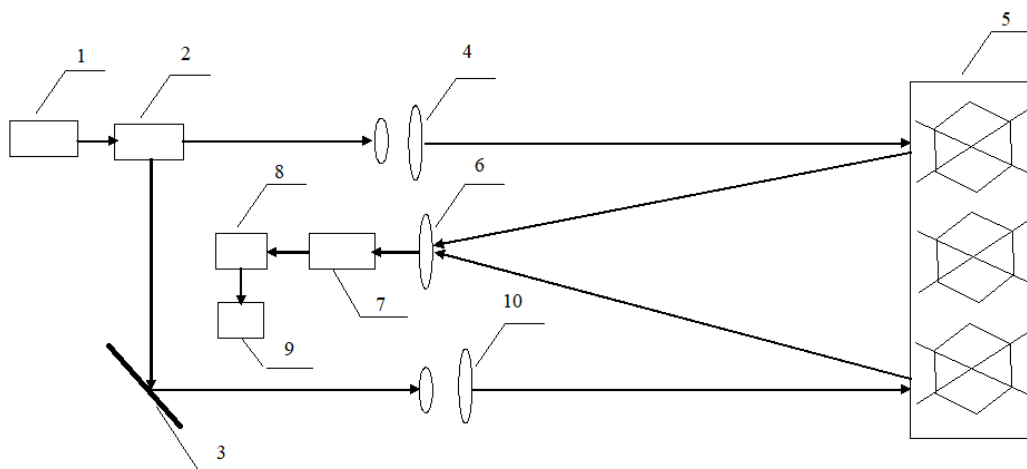
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2024 06339	(72) Винахідник(и):	Онопрієнко Олександр Сергійович (UA), Романюк Віктор Андрійович (UA), Доля Григорій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки:	31.12.2024	(73) Володілець (володільці):	НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ, майдан Захисників України, 3, м. Харків, 61001 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	28.05.2026		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	27.05.2026, Бюл.№ 21		

(54) ЛАЗЕРНИЙ ПОЖЕЖНИЙ ДАТЧИК РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ЗАГОРЯНЬ

(57) Реферат:

Лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь містить лазер (1), першу колімуючу оптичну систему (4), решітку світловідбивачів (5), приймальну оптичну систему (6), пристрій з зарядовим зв'язком (7), аналого-цифровий перетворювач (8) та аналізуючий пристрій (9). Додатково містить світлоподільник (2), другу колімуючу оптичну систему (10) і дзеркало (3), при цьому вихід лазера (1) оптично зв'язаний із входом світлоподільника (2), перший вихід якого оптично зв'язаний із входом першої колімуючої оптичної системи (4), вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів (5), вихід якої зв'язаний із входом оптичної приймальної системи (6), вихід якої зв'язаний з приймальним пристроєм з зарядовим зв'язком (7), вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача (8), вихід якого підключений до входу аналізуючого пристрою (9), другий вихід світлоподільника (2) оптично зв'язаний із входом дзеркала (3), вихід якого оптично зв'язаний із входом другої колімуючої оптичної системи (10), вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів (5), а вихід зв'язаний із входом оптичної приймальної системи (6).



UA 163115 U

Корисна модель належить до галузі систем охоронної та пожежної сигналізації і може бути використана для раннього виявлення загорянь.

Відомий аспіраційний димовий пожежний датчик [1], який містить лазерний діод, оптичний підсилювач та фотодіод. Для визначення факту загоряння також використовується розсіяне на частках диму світлове випромінювання, що детектується фотодіодом, і в разі перевищення порогу при підвищеній концентрації димових часток видається сигнал оповіщення про пожежу.

Оптичний підсилювач дозволяє підвищити потужність лазерного випромінювання за рахунок його спрямування на фотодіод, і таким чином підвищити чутливість датчика. Недоліком датчика є низька завадозахищеність і можливість виникнення хибних тривог за рахунок високого рівня шумів оптичного підсилювача.

Лазерний пожежний датчик [2, 3], який реагує на появу теплових збурень та містить напівпровідниковий лазер, вихід якого оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка, вихід якої через світловідбивач оптично зв'язаний із входом приймального пристрою, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою.

Причому світловідбивач виконаний у вигляді відбиваючої системи з трьома взаємно перпендикулярними гранями, а приймальним пристроєм є фотоприймач на основі фотодіода.

На ранньому етапі виникнення загорянь з'являються теплові збурення, що призводять до модуляції початкового рівномірного розподілу інтенсивності лазерного пучка. Величина змінної складової є мірою виникаючих теплових збурень та використовується для виявлення загорянь.

Недоліком лазерного пожежного датчика є мала глибина модуляції інтенсивності пучка на ранніх етапах виявлення загорянь, що виникають за рахунок теплових збурень, і як наслідок - низький рівень відношення сигнал/шум при детектуванні і високий рівень хибних тривог, тобто низька завадозахищеність.

Найближчим аналогом до корисної моделі є лазерний датчик раннього виявлення загорянь [4].

Цей лазерний датчик раннього виявлення загорянь містить напівпровідниковий лазер, колімуючу оптичну систему для розширення пучка, решітку світловідбивачів, приймальну оптичну систему, пристрій з зарядовим зв'язком, аналого-цифровий перетворювач та аналізуючий пристрій. Вихід лазера оптично зв'язаний із входом колімуючої оптичної системи для розширення пучка, вихід якої через решітку світловідбивачів оптично зв'язаний із входом приймальної оптичної системи, вихід якої оптично зв'язаний із входом пристрою з зарядовим зв'язком, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого, в свою чергу, підключений до входу аналізуючого пристрою.

Особливістю роботи даного пристрою є те, що воно основане на зсувах розсіяного випромінювання в площині прийому за рахунок проходження променя через фазові неоднорідності повітря, обумовлені тепловими збуреннями, які створюються загорянням на його початковій стадії. Чим більше рівень загоряння, тим більше рівень виникаючих фазових неоднорідностей повітря і тим більше амплітуда хаотичних відхилень розсіяного випромінювання, що спостерігається в площині прийому. Дисперсія відхилень порівнюється з порогом і приймається рішення про виникнення загоряння.

Однак до кутових зсувів дифракційної картини в площині прийому призводять також вібрації об'єкта з нанесеною на нього світлоповертаючим покриттям. Сукупність мікропризм на поверхні, яка нахилена відносно фронту падаючої хвилі можна вважати своєрідним двовимірним ешеленом Майкельсона, закономірності дифракції на якому добре відомі і полягають в тому, що дифракційні порядки відхиляються на величину, рівну подвоєному куту відхилення поверхні від фронту падаючої хвилі. Цей підхід більш детально описаний в [5] і підтверджений результатами математичного моделювання [6]. Оцінка амплітуди цих коливань показує, що її величина (одиниці кутових хвилин) виявляється порівняною з величиною кутових коливань локального максимуму, обумовлених турбулентністю атмосфери, що ускладнює виявлення і аналіз теплових збурень при наявності вібрацій.

Таким чином, недоліком відомого пристрою є низька завадозахищеність за рахунок впливу вібрацій.

В основу корисної моделі поставлена задача створити лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь, у якому була б забезпечена можливість усунення впливу вібрацій на роботу датчика.

Поставлена задача вирішується тим, що лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь, що містить лазер (1), першу колімуючу оптичну систему (4), решітку світловідбивачів (5), приймальну оптичну систему (6), пристрій з зарядовим зв'язком (7), аналого-цифровий перетворювач (8) та аналізуючий пристрій (9), згідно з корисною моделлю, додатково містить

світлоподільник (2), другу колімуючу оптичну систему (10) і дзеркало (3), при цьому вихід лазера (1) оптично зв'язаний із входом світлоподільника (2), перший вихід якого оптично зв'язаний із входом першої колімуючої оптичної системи (4), вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів (5), вихід якої зв'язаний із входом оптичної приймальної системи (6), вихід якої зв'язаний з приймальним пристроєм з зарядовим зв'язком (7), вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача (8), вихід якого підключений до входу аналізуючого пристрою (9), другий вихід світлоподільника (2) оптично зв'язаний із входом дзеркала (3), вихід якого оптично зв'язаний із входом другої колімуючої оптичної системи (10), вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів (5), а вихід зв'язаний із входом оптичної приймальної системи (6).

Флуктуації показника заломлення повітря, створювані осередком займання, випадкові. Вони будуть некорельовані в областях простору, відстань між якими більше радіуса просторової кореляції. Створимо два зондувальних промені, що відповідають цій умові, і направимо їх на СВП (кресл.).

Випромінювання, відбите цими двома променями в площині прийому, буде створювати спекл-картину, що буде промодульована за інтенсивністю згідно із законами інтерференції. Період інтерференційної картини за умови відсутності завад залежить від відстані між плямами на поверхні решітки світловідбивачів. Наявність турбулентності повітря за рахунок загоряння призведе до появи некорельованих кутових флуктуацій променів [7], що призведе до стохастичної зміни відстані між світловими плямами на поверхні решітки світловідбивачів. В свою чергу, це призведе до стохастичних змін періоду інтерференційної картини в площині прийому. Виміряна дисперсія зміни періоду є мірою ступеня турбулентності атмосфери і може бути використана для раннього виявлення загорянь.

В разі, якщо ця решітка починає коливатися за рахунок вібрацій, то інтерференційна картина почне переміщуватися як одне ціле відповідно до вібрацій поверхні [8], але період дифракційної картини не буде змінюватися, тому що відстань між плямами на решітці світловідбивачів буде незмінною. Таким чином величина дисперсії періоду інтерференційної картини в площині прийому, що використовується для виявлення загорянь, не залежить від вібрацій поверхні. Побудований відповідно до описаних властивостей лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь є завадозахищеним.

На кресленні зображено лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь, який містить лазер 1, вихід якого оптично зв'язаний із входом світлоподільника 2, перший вихід якого оптично зв'язаний із входом першої колімуючої оптичної системи 4, вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів 5, а вихід зв'язаний із входом оптичної приймальної системи 6, вихід якої зв'язаний з приймальним пристроєм з зарядовим зв'язком 7, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача 8, вихід якого підключений до входу аналізуючого пристрою 9, другий вихід світлоподільника 2 оптично зв'язаний із входом дзеркала 3, вихід якого оптично зв'язаний із входом другої колімуючої оптичної системи 10, вихід якої зв'язаний із входом решітки світловідбивачів 5, а вихід зв'язаний із входом оптичної приймальної системи 6.

Запропонований лазерний пожежний датчик раннього виявлення загорянь працює наступним чином.

Світловий потік, що створюється лазером 1, за допомогою світлоподільника 2 поділяється на два промені, які рознесені в просторі. Перший промінь за допомогою першої колімуючої оптичної системи 4 фокусується на поверхні решітки світловідбивачів 5. За рахунок дифракції на сукупності світловідбивачів в площині прийому формується дифракційна спекл-картина, що є сукупністю світлих плям.

Другий промінь за допомогою другої колімуючої системи 10 фокусується на поверхні решітки світловідбивачів 5. За рахунок дифракції на сукупності світловідбивачів в площині прийому формується дифракційна спекл-картина, що є сукупністю світлих плям. За рахунок інтерференції двох променів спекл-картина буде мати періодичну модуляцію інтенсивності згідно із розташування світлових плям на поверхні решітки світловідбивачів.

Ця інтерференційна картина фокусується оптичною прийнятною системою 6 на поверхні пристрою із зарядовим зв'язком 7. Далі ця картина перетворюється у цифровий вигляд аналого-цифровим перетворювачем 8 і аналізується за допомогою аналізатора 9.

В аналізаторі 9 програмними засобами вимірюється поточний період інтерференційної картини, який не залежить від наявності вібрацій, розраховується дисперсія його флуктуацій і приймається рішення про наявність загоряння.

Технічний результат, що може бути отриманий при використанні розробленого лазерного датчика раннього виявлення загорянь полягає у тому, що вводиться додатковий, територіально

рознесений відносно основного каналу, прийомний канал, при цьому за рахунок нової сукупності ознак буде забезпечена можливість усунення впливу вібрацій на роботу датчика (кресл.).

Економічний ефект - зменшення ймовірності видачі датчиком хибних тривог і, відповідно, зменшення кількості викликів пожежних команд.

5 Джерела інформації:

1. Аспирационный дымовой пожарный извещатель LASD. Техническое описание ООО "Систем Сенсор Фаир Детекторе". - [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: http://www.vashdom.ru/articles/systemsensor_4.htm.

10 2. Шаровар Ф.И. Сравнительная оценка эффективности применения тепловых максимальных, дифференциальных и дымовых пожарных извещателей. // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. - № 4. - 2006. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://daily.sec.ru/dailypblshow.cfm?rid=6&pid=17383&pos=4&stp=25>.

3. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. - М.: Стройиздат. - 1988. С. 78-83.

15 4. Лазерный датчик раннего выявления загораний. Патент на полезную модель № 60240 від 10.06.2011.

5. Г.Н. Доля, А.Н. Катунин, А.В. Кочин, Е.С. Чудовская. О мешающем воздействии вибраций на работу датчика для обнаружения источников загораний. Системы управління, навігації та зв'язку. - 2009 – Вип. 2(10). С. 89-91.

20 6. Г.Н. Доля, Е.С. Чудовская. Математическое моделирование влияния вибраций на работу телевизионного датчика тепловых атмосферных возмущений. Вестник Херсонского национального университета. Вип. 2(35). - Херсон: ХНТУ, 2009. С. 190-194.

7. Joseph W. Goodman. Statistical optics, Wiley, New York, 2000.

25 8. Доля Г.Н., Живчук В.Л., Трикоз М.В. Оценка потенциальной точности измерений двулучевого лазерного виброметра телевизионного типа. Збірник наукових праць "Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна" № 646. Серія "Радіофізика та електроніка" вип. № 2. Харків, 2004. С. 32-36.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Лазерный пожарный датчик раннего выявления загораний, что содержит лазер (1), первую коллимирующую оптическую систему (4), решетку световодов (5), приемную оптическую систему (6), прибор с зарядовым связом (7), аналого-цифровой преобразователь (8) и анализирующий прибор (9), который **отличается** тем, что дополнительно содержит светоподъемник (2), вторую коллимирующую оптическую систему (10) и зеркало (3), при этом выход лазера (1) оптически связан с входом светоподъемника (2), первый выход которого оптически связан с входом первой коллимирующей оптической системы (4), выход которой связан с входом решетки световодов (5), выход которой связан с входом оптической приемной системы (6), выход которой связан с приемным прибором с зарядовым связом (7), выход которого подключен к входу аналого-цифрового преобразователя (8), выход которого подключен к входу анализирующего прибора (9), второй выход светоподъемника (2) оптически связан с входом зеркала (3), выход которого оптически связан с входом второй коллимирующей оптической системы (10), выход которой связан с входом решетки световодов (5), а выход связан с входом оптической приемной системы (6).

35
40

