

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ І КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СВОЄЧАСНОГО ВИЯВЛЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ

Романюк В. А.¹, Ляшенко Г. А.², Черепнев І. А.², Полянова Н. В.²

¹Національна академія Національної гвардії України,

²Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведене дослідження застосування лазерного датчика з метою можливості раннього виявлення загорянь

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень.

Проблема вдосконалення системи протипожежної безпеки є актуальною для України. Щороку в Україні виникає в середньому 50 тис. пожеж, в яких гине значна кількість людей і наносяться відчутні матеріальні збитки. За період з 2007 по 2016 роки виникло 619 315 пожеж, як наслідок: тільки прямі збитки, завдані пожежами, склали 9 млрд. грн., а загальні матеріальні втрати – понад 34 млрд. грн. На жаль зниження кількості загиблих у пожежах пояснюється не підвищенням ефективності загальної системи протипожежних заходів, а перш за все демографічними факторами і зниженням чисельності населення України в цілому [1].

Аналіз визначив, що використання пожежної сигналізації сприяє зниженню збитків від пожеж на 63 %. В Україні до початку 2000-х років засобами пожежної автоматики були оснащені більше 220 тис. різних об'єктів [2]. Але традиційні системи ПС вимагають модернізації з точки зору підвищення надійності і захисту від помилкового спрацювання.

Метою статті є розробка лазерного датчика раннього виявлення загорянь високої чутливості щодо малих теплових збурень.

Основні матеріали дослідження. Відомий аспіраційний димовий пожежний датчик [3], 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. Але недоліком відомого датчика також є неможливість раннього виявлення загоряння в разі, якщо концентрація димових часток ще не велика, хоча вже присутні теплові збурення повітря, зумовлені пожежею [4].

Запропонований лазерний датчик [5] раннього виявлення загорянь містить напівпровідниковий лазер, коліматорну оптичну систему для розширення пучка, решітку світловідбивачів, приймальну оптичну систему, пристрій з зарядовим зв'язком, аналого-цифровий перетворювач, аналізуючий пристрій. Вихід лазера оптично зв'язаний із входом коліматорної 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.

Недоліком цього пристрою є невідповідність постійної часу пристрою з зарядовим зв'язком зі спектром флуктуації турбулентності атмосфери.

Таким чином, реальна картина зміни розподілу інтенсивності буде викривлена, що призведе до зменшення вірогідності виявлення загорянь.

В основу запропонованого датчика поставлено вирішення задачі створення лазерного датчика раннього виявлення загорянь як датчика пожежної сигналізації, у якому за рахунок нової сукупності ознак була б забезпечена можливість відповідності спектру коливань неоднорідності атмосфери і постійної часу фотоприймача.

Переваги запропонованого лазерного датчика раннього виявлення загорянь можна обґрунтувати за порівнянням можливості виявлення малих теплових збурень, що утворюються осередком загорянь на ранній їх стадії та характеризуються значенням структурної сталої флуктуацій показника заломлення C_n^2 (1).

$$C_n^2 = \frac{\hat{O}_n(\chi)}{0,33\chi^{-11/3}}, \quad (1)$$

де $\hat{O}_n(\chi)$ – спектральна щільність потужності однорідної турбулентності;

$$C_n^2 = 5 \cdot 10^{-17} \text{ см}^{-2/3}.$$

При використанні пристрою вимірюється оцінка дисперсії χ^2 флуктуацій логарифму амплітуди модульованої світлової хвилі, яка визначається співвідношенням (2):

$$\langle \chi^2 \rangle = 0,31k^{7/6} C_n^2 L^{11/6} \leq 1, \quad (2)$$

де k – хвильове число; L – довжина траси; та при довжині хвилі $\lambda = 0,53 \text{ мкм}$ та довжині траси 10 м має величину $4 \cdot 10^{-7}$.

Відповідно, середньоквадратичне відхилення рівня амплітуди дорівнює $6,3 \cdot 10^{-4}$. Оскільки існуючі

приймачі світлового випромінювання мають лінійний діапазон світлової характеристики не більш, ніж 2-3 порядки, зафіксувати такі малі відносні зміни амплітуди сигналу не уявляється можливим.

Запропонований лазерний датчик раннього виявлення загорянь (рис. 1), містить: напівпровідниковий лазер 1, вихід якого оптично зв'язаний із входом коліimatorної оптичної системи для розширення пучка 2, вихід якої пов'язаний зі входом решітки світловідбивачів 3, оптичну діафрагму 4, вхід якої оптично зв'язаний з виходом решітки світловідбивачів, а вихід діафрагми пов'язаний зі входом оптичної приймальної системи 5, вихід якої пов'язаний з приймальним пристроєм 6, вихід якого підключений до входу аналого-цифрового перетворювача 7, вихід якого підключений до входу аналізуючого пристрою 8, а в якості приймального пристрою використовується фотодіод.

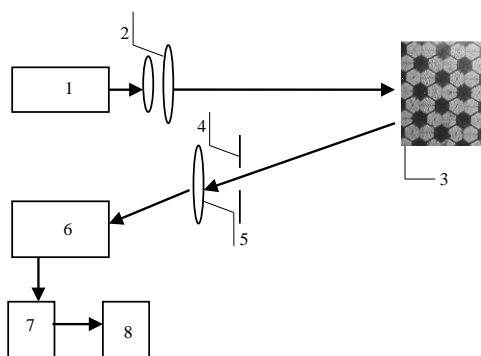


Рисунок 1 – Структурна схема лазерного датчика раннього виявлення загорянь

Запропонований лазерний датчик раннього виявлення загорянь працює наступним чином.

Світловий потік, що створюється лазером 1, за допомогою коліimatorної системи 2 фокусується на поверхні решітки світловідбивачів 3. За рахунок дифракції на сукупності світловідбивачів в площині прийому формується дифракційна картина, що є сукупністю світлих плям. Частина випромінювання, що пройшла крізь діафрагму 4, проходить крізь приймальну оптичну систему 5 і детектується фотоприймачем 6. Цей сигнал оцифровується аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) 7 і аналізується за допомогою аналізатора 8.

При відсутності турбулентних збурень атмосфери за рахунок джерела тепла (пожежа), струм на виході приймача 6 буде мати постійне значення. При появі турбулентності дифракційна картина буде хаотично переміщуватися в площині прийому. При розмірі діафрагми, близькому до розміру світлої плями в дифракційній картині, світловий потік, що пройшов крізь діафрагму, буде змінним, і швидкість його зміни є відповідною до ступеня турбулентності.

Фотодіод є швидкісним фотоприймачем, тому зміни струму будуть адекватно відповідати характеру руху дифракційної картини без усереднення, як це мало місце в прототипі [5].

Висновки. Технічний результат полягає у можливості раннього виявлення загорянь за рахунок вве-

дення у пристрій оптичної діафрагми, яка забезпечує створення змінного світлового потоку, адекватного змінам турбулентності атмосфери, а також використання замість приладу з зарядовим зв'язком швидкісного фотодіоду, за рахунок чого забезпечується відповідність спектру коливань турбулентності часовому спектру струму на виході фотоприймача, що підвищить ймовірність раннього виявлення загорянь.

Список використаних джерел

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік <http://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini-za-2015-rik.html>.

2. Христин В. В. Системи пожежної та охоронної сигналізації / В. В. Христин, О. А. Дерев'яно, С. М. Бондаренко, О. А. Антошкін // Академія пожежної безпеки України. http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/297/Signal.pdf.

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

4. Шаровар Ф. И. Сравнительная оценка эффективности применения тепловых максимальных, дифференциальных и дымовых пожарных извещателей / Ф. И. Шаровар // 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>.

5. Шаровар Ф. И. Методы раннего обнаружения загораний / Ф. И. Шаровар // М.: Стройиздат. – 1988. – С. 78 – 83.

Аннотация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА

Романюк В. А., Ляшенко Г. А., Черепнев И. А., Полянова Н. В.

Проведено исследование применения лазерного датчика с целью возможности раннего выявления возгораний.

Abstract

USING OF LASER AND COMPUTER TECHNOLOGIES FOR EARLY DETECTION OF THE FIRE

V. Romanyuk, G. Lyashenko, I. Cherepnev, N. Polyanova

The investigation of laser sensor for possibility of early detection of fires is made.