

УДК 614.8

М.О. Глущенко, студент гр. ПК-61
КПІ ім. Ігоря Сікорського

СУЧАСНИЙ МЕТОД ДЕТЕКТУВАННЯ ДИМУ

Анотація. У роботі розглянуті питання особливостей проектування детекторів диму. Досліджено властивості різних видів диму та проаналізовано відмінність між ними. Розглянуто сучасні технології детектування диму, що використовуються в пожежних сповісниках. Проаналізовано залежність інтенсивності розсіювання різних довжин хвиль світла від розміру часток диму. Надано рекомендації щодо проектування конструкцій камер диму пожежних детекторів.

Ключові слова: детектор диму, пожежна безпека, властивості диму, технології детектування.

ВСТУП

Однією з головних проблем, що призводять на сьогоднішній день до нещасних випадків, є пожежа та своєчасне її виявлення. Пожежа – неконтрольоване горіння не в призначеному місці, що розповсюджується в часі і просторі.

Якщо звернутися до статистики, з початку 2020 року на пожежах в Україні загинуло 133 людини і 99 осіб постраждали, як повідомила Державна служба з надзвичайних ситуацій. Більше половини випадків сталися саме в приміщеннях громадян, які не своєчасно виявили пожежу та не зарадили біді.

МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наразі прилади для детектування диму розділяють на дві категорії: точкові і лінійні детектори. У кожній з них, звісно, є свої переваги й недоліки. Лінійні детектори використовуються для детектування диму на дуже великих площах і основні їх мінуси – складність в монтуванні як детектора так і приймача, також для їхньої роботи необхідне стаціонарне живлення. Точкові детектори диму є більш компактними і менш примхливими до розміщення і позиціонування в просторі, тому їх використовують частіше ніж лінійні. З урахуванням вищесказаного далі будуть розглядатися виключно точкові детектори.

Однак, навіть точкові детектори диму не оминули наявності недоліків. Основним з яких є велика сприйнятливість до пилу, вологи та різних видів диму, тобто детектори можуть спрацьовувати на вологу і пил, що обумовлює суттєві труднощі при їх використанні. Як показує статистика, приблизно 43% спрацьовування детекторів є помилковими.

Сучасні точкові детектори мають більш складніший алгоритм детектування диму на основі двохвильової технології, ніж застарілі аналоги, що працюють тільки в одному діапазоні довжин хвиль оптичного спектру [1].

АНАЛІЗ ВИДІВ ДИМУ

Для більш широкого розуміння процесу детектування диму потрібно виконати аналіз самого явища, його різновидів та відмінностей між ними. Дим – природне явище, стійка дисперсна система, що складається з дрібних твердих частинок, завислих у повітрі або в інших газах. Він також є типовим аерозолем з розмірами частинок від 10^{-7} до 10^{-5} м. На відміну від більш грубодисперсної системи – пилу, дим не осідає під дією сили земного тяжіння. Його частинки

також можуть слугувати ядрами конденсації атмосферної вологи, в результаті чого виникає туман. В таблиці 1 наведені деякі параметри диму при різних матеріалах горіння [2].

Таблиця 1. Параметри диму, що утворений горінням різних матеріалів

<i>Параметри часток диму</i>	ТВ2	ТВ4	ТВ5	ТВ3	ТВ1
	<i>Тління дерева</i>	<i>Горіння пінополіуретану</i>	<i>Горіння Н-гептану</i>	<i>Тління бавовняних шнурів</i>	<i>Горіння дерева</i>
<i>Розмір D, мкм</i>	0,45	0,2	0,18	0,15	0,1
<i>Енергія P, кВт</i>	2,3	30	150	32	56

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИМУ

Перш ніж говорити про можливість виявляти дим, спочатку має сенс проаналізувати основні його властивості:

- дим, як небезпечний фактор пожежі, дуже важко відрізнити від інших аерозолів (пил, туман, побутові та промислові аерозолі і т. д.), тому що він сам є одним з них;
- різні матеріали при горінні виокремлюють дим із своїми властивостями і параметрами;
- на початковому етапі розвитку пожежі на властивості диму дуже сильно впливають параметри навколишнього середовища (температура і вологість в приміщенні, потоки повітря і т. д.);
- в процесі розвитку пожежі дим змінює свої фізичні властивості;
- при переміщенні та віддаленні від осередку загоряння дим модифікується як по концентрації, так і по розмірам й формі своїх часток.

Причин описаних явищ є кілька. По-перше, це нестійкість і мінливий характер самого диму, як одного з видів аерозолів. По-друге, це мінливість самої пожежі, що виникає, наприклад, від невеликого тління однієї речовини і переходить в широке горіння різних видів матеріалів та предметів.

Першим висновком проведеного аналізу є необхідність наявності у детекторів рівномірної чутливості до всіх можливих розмірів часток диму при мінімальній чутливості до будь-яких інших частинок, які не є продуктами горіння. Другим висновком є те, що на початковому етапі загоряння у частинок диму дуже мало енергії для подолання перешкод на шляху до зони з виміром. Без урахування цих двох принципових моментів говорити про детектування неможливо.

ДВОХВИЛЬОВА ТЕХНОЛОГІЯ ДЕТЕКТУВАННЯ ДИМУ

З метою зниження нерівномірності чутливості до видів диму, які виділяються при горінні різних матеріалів, а в свою чергу, й для різних тестових

пожеж, інженери йдуть різними шляхами. Роботи в області вдосконалення промислових вимірювачів концентрації частинок і колоїдних розчинів не могли не позначитися на розвитку технології оптико-електронних димових пожежних сповіщувачів. Були створені камери диму, які працюють не на одній довжині хвиль, а на двох одночасно. Цю технологію назвали Dual Optical Detecto. Усі камери детектування диму по технології Dual Optical Detecto різняться тільки розміщенням приймача і двох випромінювачів.

У чому ж полягає суть двоххвильової технології. Розробники виявили нерівномірні зміни інтенсивності розсіювання для червоного і синього випромінювачів в області розмірів частинок 1,0 мкм. Таким чином, прийшли до висновку, що коли інтенсивність в зоні прямого розсіювання синього кольору перестає

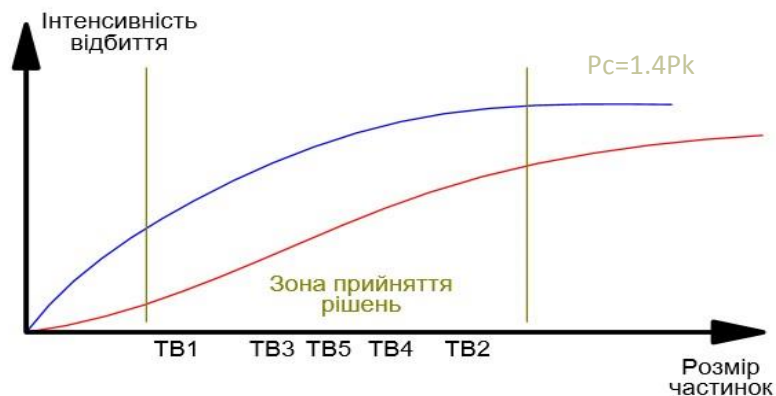


Рис. 1. Залежність рівня інтенсивності розсіювання для випромінювачів червоного і синього кольору світла

перевищувати інтенсивність розсіювання світла червоного кольору в районі частинок з розмірами порядку 1,0 мкм (рис. 1), то можна прийняти рішення про виявлення частинок, які не є продуктами горіння. Обидва випромінювача розміщуються практично в безпосередній близькості один від одного, та для їх розрізнення працюють почерзі. В пожежних сиренах EVC-DP використовується схема розміщення випромінювачів і приймача з вертикальним зміщенням між осями 30°. Це дає змогу з мінімальними габаритами пристрою детектувати дим з невеликим відсотком хибних спрацювань [3].

ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ ДИМОВИХ ДЕТЕКТОРІВ

Для детектування диму потрібно, щоб усі оптичні елементи були в так званій камері диму, де проводиться аналіз повітря. Конструктивні форми корпусу і оптичної системи впливають на чутливість такого приладу. З одного боку мова йде про мінімізацію аеродинамічного опору повітряним потокам, з другого, про те, що в вимірювальну зону повинна потрапити більша частина прохідного конвекційного потоку суміші повітря та диму. В якості основних умов нормального функціонування камер диму виділяють шість головних властивостей конструктивного виконання:

1. форма корпусу не повинна володіти високими аеродинамічними властивостями;
2. розташування вхідних отворів повинно забезпечувати доступ диму як для горизонтальних, так і для вертикальних потоків;
3. вхідні отвори в пластиковому корпусі повинні мати якомога більші розміри;

4. захисна сітка повинна мати антистатичні властивості з обов'язковим «заземленням»;
5. для руху диму через чутливу зону конструкція сповіщувача повинна створювати мінімум вертикальних переміщень;
6. основні потоки руху диму всередині сповіщувача повинні проходити через чутливу зону.

У когось може виникнути запитання: як аеродинаміка конструкції впливає на енергетику сповіщувача диму? Відповідь однозначна: суттєво і безпосередньо [4-6].

ВИСНОВКИ

Своєчасне виявлення загоряння є головним завданням протидії пожежам. Удосконалення технологій детекторів диму дозволяє значно знизити кількість нещасних випадків, викликаних цим лихом.

Сучасні датчики диму, засновані на технології Dual Optical Detecto, можуть забезпечити не тільки високу вірогідність виявлення загоряння, але й аналіз складу диму з метою визначення його типу для ефективнішого запобігання поширенню вогню. Двохвильова концепція роботи детектора диму в комбінації з правильною конструкцією камери датчика дозволить забезпечити надійне виявлення областей загоряння на основі залежності інтенсивності розсіювання різних довжин хвиль світла від розміру часток диму.

Подальші наукові дослідження в цьому напрямку дозволять не тільки удосконалити методи детектування диму, але й знизити собівартість такого обладнання, що буде сприяти його поширенню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Зайцев, А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 1 / А. В. Зайцев, И. Г. Неплохов // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №3. – с. 28.
- [2] Зайцев, А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 3 / А. В. Зайцев, И. Г. Неплохов // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №5. – с. 18.
- [3] Маслов И. А. Нет дыма без огня / И. А. Маслов // Журнал алгоритм безопасности. – 2004. – №3. – с. 54.
- [4] Пивинская И. В. Проверка временем. Ее не всегда выдерживает чувствительность пожарных извещателей / И. В. Пивинская // БДИ. – №4. – 2004. – с. 55.
- [5] Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 2 / А. В. Зайцев // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №4. – с. 38.
- [6] Неплохов И. Г. Двухдиапазонные дымовые пожарные извещатели. / И. Г. Неплохов // Системы Безопасности. – 2008. – №3 – с. 40.

Наук. керівник – к.т.н., ст. викл. Муравйов О. В.