

ДЫМ КАК ОСНОВНОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ НА ПУТИ СПАСЕНИЯ

Ш.А. Османов;

А.П. Корольков, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Работа посвящена анализу проблемы тушения крупных пожаров и спасению пострадавших в связи с ухудшением видимости. Рассмотрены возможные способы решения проблемы обзора и ориентации звеньев газодымозащитной службы.

Ключевые слова: газодымозащитная служба, задымленная среда, тепловизор

SMOKE AS MAIN OBSTACLE IN A RESCUE WAY

Sh.A. Osmanov; A.P. Korolkov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article is devoted the analysis of the problem in the extinguish large fire and rescue victim by reason of low visibility. Possible solutions to the problem of visibility and the orientation of members flue gas security service are considered.

Keywords: flue gas security service, smoke pollution, imager

Опыт тушения крупных и сложных пожаров показывает, что успех ведения боевых действий зависит от уровня организации газодымозащитной службы (ГДЗС), от степени ее технической оснащенности и уровня подготовки личного состава к работе в непригодной для дыхания среде. Своевременное и правильное использование этой службы позволяет значительно сократить время тушения пожаров, уменьшить убыток, а главное, вовремя оказать необходимую помощь людям.

По статистике, каждый второй крупный пожар в стране ликвидируется при помощи звеньев ГДЗС [1].

Боевая работа личного состава ГДЗС осуществляется в условиях высоких температур, в задымленной и токсичной среде. При продвижении к очагу пожара (месту работы) первым следует командир звена ГДЗС. Продвижение звена ГДЗС в помещениях осуществляется вдоль капитальных стен, запоминая путь следования, с соблюдением мер предосторожности, в том числе обусловленных оперативно-тактическими особенностями объекта пожара.

Для выполнения боевой задачи и обеспечения безопасности своей работы звено ГДЗС включает необходимый минимум пожарно-технического вооружения, который предусматривает средства связи (радиостанция или переговорное устройство) и средства освещения (групповой фонарь – один на звено и индивидуальный фонарь на каждого газодымозащитника) [2]. При работе на пожарах звенья ГДЗС, сталкиваясь с опасными факторами пожара (ОФП), остаются фактически «слепыми», слабо ориентируясь в сложившейся обстановке.

В настоящее время решение способов обеспечения контроля работы звеньев ГДЗС рассматривается в Федеральной противопожарной службе МЧС России как актуальная задача. Однако все способы решения проблемы ориентации в пространстве звеньев ГДЗС используются лишь для тренировочных работ или учений.

Так, например, Управление Государственной противопожарной службой (УГПС) ГУВД Москвы предлагает для этих целей систему электронного слежения «Волна» за передвижением звена ГДЗС в дымокамере. Система имеет защиту от промышленных помех и допускает возможность независимого контроля над несколькими одновременно работающими звеньями.

Принцип действия предлагаемой системы основан на пеленгации электромагнитных колебаний малогабаритного генератора, размещенного на одежде или каске газодымозащитника. Информация о перемещениях газодымозащитников инициируется на светоплане. Генератор электромагнитных колебаний подключается к антенне, закрепленной на каске. На потолке дымовой камеры укрепляются датчики индикаторов электромагнитного поля. Датчик крепится над каждым квадратом лабиринта. При перемещении в электромагнитном поле, создаваемом генератором, на входах катушки датчика возникает электродвижущая сила, что приводит к срабатыванию реле и включению лампочки светоплана [1].

В УГПС Нижегородской области имеется учебно-тренировочный комплекс с биотелеметрической системой, позволяющей при помощи промышленной телевизионной установки ПТУ-42 вести наблюдение за ходом тренировок, а при помощи радиоэлектрокардиографа РЭК-1-7а следить за частотой пульса каждого газодымозащитника [1].

Возможным выходом из создавшейся ситуации является использование в работе звеньев ГДЗС тепловизионной техники оценки обстановки. При борьбе с пожарами в сильно задымленных зданиях, когда первостепенной задачей является поиск и спасение людей, применение тепловизоров может стать наиболее эффективным выходом из подобных ситуаций, а использование системы видеозаписи с возможностью дистанционной беспроводной передачи повысить управляемость действиями спасателей.

Решение задачи использования тепловизоров предполагает решение задачи распознавания объектов в задымленной среде. Тепловое излучение ослабляется при прохождении через атмосферу вследствие поглощения молекулами газа, аэрозолями, осадками, а также дымом, туманом, смогом и т.п.

Рассмотрим в порядке важности вещества, которые поглощают инфракрасное (ИК) излучение в широких полосах с центрами, соответствующими указанным длинам волн (табл.).

Таблица. Диапазон поглощения ИК-излучения

Атмосфера	Длина волны, мкм
Вода	2,7; 3,2; 6,3
Углекислый газ	2,7; 4,3; 15
Озон	4,8; 9,6; 14,2
Закись азота	4,7; 7,8
Окись углерода	4,8
Метан	3,2; 7,8

Не считая ослабления в плотных дисперсных средах, молекулярное поглощение является главной причиной ослабления излучения, причем наиболее сильно излучение поглощается парами воды, углекислым газом и озоном. В нижних слоях атмосферы поглощением закисью азота и окисью углерода обычно можно пренебречь. Таким образом, принимая во внимание вышесказанное, можно определить положение двух «окон» прозрачности: 3,5–5 мкм и 8–14 мкм [3].

На практике наличие «окон» прозрачности означает то, что все тепловизоры должны работать в этих диапазонах – коротковолновом или длинноволновом.

Коротковолновый (3–5 мкм) диапазон более характерен для охлаждаемых тепловизоров, длинноволновый (8–14 мкм) – для неохлаждаемых (рис.).

В коротковолновом диапазоне применяют приемники с фотоэлектрическим эффектом – энергии кванта достаточно, чтобы под воздействием ИК-излучения электроны перешли в зону проводимости. В длинноволновом же гораздо чаще применяют болометры, так как обнаруживать излучение в этом участке спектра проще при помощи терморезистивного эффекта [4, 5]. Рабочий диапазон лучше приспособлен для наблюдения в условиях дыма, тумана, смога – в диапазоне 8–14 мкм, ИК-излучение не поглощается ни парами воды, ни углекислым газом («окно» прозрачности «более прозрачное», чем в диапазоне 3–5 мкм).



Рис. «Окна» прозрачности атмосферы

В спецификациях часто можно встретить параметр NETD –Noise Equivalent Temperature Difference – эквивалентная шумовая разница температур. Эта величина равна такой разнице температур сцены и объекта, которая расценивается прибором как шум. Она вводится для простоты понимания чувствительности тепловизора. Например, для охлаждаемого тепловизора с NETD=20 мК это значит, что тело с температурой 30,002 °С будет неотличимо от фона с температурой 30 °С, в то время как разница в один градус будет ясно заметна. Интересно, что у гремучей змеи примерно такая же чувствительность, как у охлаждаемого тепловизора – 18 мК [6].

В коротковолновом диапазоне разрешающая способность более высокая.

Современные тепловизоры разделяются на приборы с охлаждаемой матрицей и неохлаждаемой. Использование тех или других тепловизоров определяется задачами, которые необходимо решать заказчику. Дадим сравнительную оценку охлаждаемым и неохлаждаемым тепловизорам.

Согласно критерию Релея, разрешающая способность определяется соотношением:

$$R=D/1,22\lambda,$$

где D – диаметр объектива; λ – длина волны. Угловой дифракционный предел (под этим термином подразумевается минимальный угловой размер монохроматического источника) охлаждаемого тепловизора равен:

$$\theta_p=\lambda/D,$$

где λ – длина волны; D – диаметр объектива, имеет порядок 0,08 мрад (0,004 градуса). Для неохлаждаемых тепловизоров этот параметр ниже в 3–4 раза.

Охлаждаемые тепловизоры обладают большей контрастной чувствительностью – охлаждаемый тепловизор различает перепады в 20 мК при диафрагме, равной 5, в то время как неохлаждаемый болометрический – около 50 мК, при соблюдении условия, что диафрагма равна единице. Это является следствием различной физики фотоэлектрического и терморезистивного эффектов. Сочетание первых двух факторов дает третье преимущество – гораздо большую дальность обнаружения. Дальность обнаружения в 10 км – далеко не предел для охлаждаемого устройства.

Говоря о достоинствах, следует упомянуть и о недостатках охлаждаемых систем:

– высокая потребляемая мощность, вызванная наличием устройств охлаждения, по сравнению с неохлаждаемыми устройствами;

- довольно длительное время охлаждения – между включением тепловизора и получением изображения может пройти несколько минут;
- ограниченный срок эксплуатации, вызванный сроком наработки на отказ охлаждающего элемента, обычно это несколько тысяч часов непрерывной работы.

Рассмотрим теперь неохлаждаемые тепловизоры. Основными преимуществами неохлаждаемых тепловизоров являются:

- рабочий диапазон лучше приспособлен для наблюдения в условиях дыма, тумана, смога – в диапазоне 8–14 микрон ИК-излучение не поглощается ни парами воды, ни углекислым газом («окно» прозрачности «более прозрачное», чем в диапазоне 3–5 мкм);
- сравнительно небольшой размер и вес [6].

В отличие от охлаждаемых, неохлаждаемые тепловизоры, работают сразу после включения. Для них характерна меньшая потребляемая мощность. Они характеризуются очень долгим сроком наработки на отказ. Также достоверным считается тот факт, что для создания четкого ИК-изображения тепловизионные камеры в принципе не требуют освещения, что особенно важно для пожарных, так как они смогут видеть сквозь дым. Тепловизор позволяет дистанционно оценивать эффективность пожаротушения, определять направление тушения даже в сильно задымленных местах [6].

Таким образом, можно сделать выводы, что несмотря на значительное число публикаций по вопросам улучшения контроля работы звеньев ГДЗС, не все вопросы в рамках рассматриваемой проблематики решены.

Дым является не только одним из основных препятствий на пути спасения, но и реальной угрозой жизни и здоровью человека. Однако эта задача может быть решена с использованием тепловизионной техники. Малый вес, легкое управление и компактный размер тепловизора в сочетании с возможностью крепления на защитном шлеме делают данный прибор незаменимым помощником при ликвидации пожаров, когда из-за высокой задымленности невозможно произвести поиск очагов огня. Сочетая в себе высокую надежность, прочную конструкцию и высокую четкость изображения, прибор позволит быстро найти источник огня, сориентироваться в задымленных помещениях, обнаружить в них людей.

Литература

1. Совершенствование организации ГДЗС в подразделениях Государственной противопожарной службы: учеб.-метод. пособие СПб.: С.-Петерб. ун-т МВД России, 2000. 32 с.
2. Наставление по газодымозащитной службе ГПС МВД России: Приказ МВД России от 30 апр. 1996 г. № 234.
3. Формозов Б.Н. Аэрокосмические фотоприемные устройства в видимом и инфракрасном диапазонах. СПб.: СПб ГУАП, 2002. 120 с.
4. Ллойд Дж. Системы тепловидения. М.: Мир, 1978. 414 с.
5. Хадсон Р. Инфракрасные системы. М.: Мир, 1972. 535 с.
6. Никитин С. Тепловизоры: не все так просто // Алгоритм безопасности. 2011. № 3.