

Новая технология построения систем защиты от пожара на базе роботизированных комплексов пожаротушения

Современное развитие науки и техники позволяет говорить о следующем шаге в пожаротушении. Это внедрение робототехнических средств, где интеллектуальные способности человека соединяются с техническими возможностями средств автоматизации. В настоящее время в России все большее применение для защиты от пожаров современных зданий и сооружений находят стационарные пожарные робототехнические комплексы. В роботизированных системах пожаротушения определенную роль играет возможность избирательности, то есть для различных параметров пожара подбирается наиболее оптимальная система защиты объекта. При этом наиболее важным становится минимизация подачи огнетушащих средств при безусловной ликвидации пожара. Все это обусловило совершенствование пожарных роботов (ПР) по трем направлениям.

НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРВОЕ. Вначале пожарные роботы создавались на базе лафетных пожарных стволов. Тактические возможности современных лафетных пожарных стволов ограничиваются дальностью создаваемой ими струи. Для лафетных стволов с расходом более 20 л/с дальность подачи воды для различных конструкций составляет от 43 до 55 м. Увеличение дальности струи традиционно достигается увеличением производительности ствола, что, в свою очередь, значительно повышает требования к подводящим сетям водоснабжения. В результате существенно усложняется конструкция комплексов пожаротушения и возрастает стоимость таких систем. Поэтому сравнительно небольшая дальность сплошной струи применяемых лафетных стволов снизила конкурентные преимущества ПР перед традиционными системами автоматического водяного пожаротушения.

Решить эту проблему помогло создание специального насадка, который позволяет формировать максимально длинную сплошную струю. Конструкция насадка обеспечивает безударный вход потока в насадок, равномерный прирост скорости вдоль профиля насадка, усреднение скорости по сечению потока. Простота конструкции насадка позволяет создавать ПР с широким диапазоном расходных характеристик, что обеспечивает использование ПР для тушения пожаров всех групп помещений по НПБ 88-2001*, охлаждения строительных конструкций и оборудования различных зданий и сооружений. На рис. 1 показана дальность сплошной струи в зависимости от расхода воды.

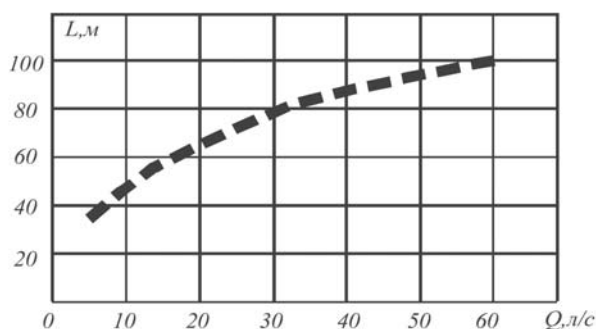


Рис. 1 График дальности сплошной струи при рабочем давлении на насадке

Сергей АМЕЛЬЧУГОВ,
начальник филиала, д. т. н.
Роман ГОРНОСТАЕВ, начальник отдела
Сибирский филиал
ФГУ ВНИИПО МЧС России
Сергей ЛЁВИН, главный конструктор
НПФ «Сигма – Интегрированные системы»

При внедрении робототехнических комплексов пожаротушения с использованием лафетных пожарных стволов практики столкнулись с необходимостью регулирования расхода воды в зависимости от давления на подводящем трубопроводе, так как длина и траектория струи существенно зависят от давления на насадке. Новый насадок позволяет сохранить дальность струи после выхода на рабочее давление (см. рис. 2), тем самым отпадает необходимость в управлении Q-H характеристиками на стволе, в результате повышается надежность работы системы в целом.

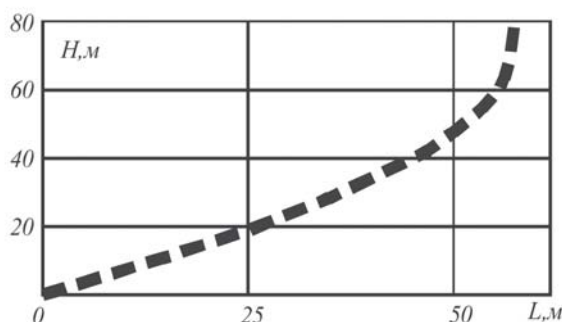


Рис. 2 График дальности сплошной струи расходом 15 л/с

Таким образом, для робототехнических комплексов пожаротушения вместо лафетных пожарных стволов целесообразно применять специально разработанные для ПР-насадки.

ВТОРОЕ НАПРАВЛЕНИЕ. Пожар — это сложный физико-химический процесс, обнаружение которого обусловлено стадией, размерами пожара, назначением защищаемого помещения и видом пожарной нагрузки, а так как отличительной особенностью ПР является возможность подачи большого количества огнетушащего вещества в заданное пространство, то роботизированные комплексы пожаротушения предъявляют дополнительные требования к подсистеме обнаружения пожара: высокая достоверность обнаружения пожаров, малая инерционность, точное определение местоположения очага горения. Используемые для целей обеспечения пожарной безопасности объектов пожарные извещатели не в полной мере удовлетворяют этим требованиям.

Поиск привел к созданию принципа контроля теплового поля в ИК-диапазоне, который показал исключительную конкурентную способность по

сравнению с другими способами обнаружения пожара. Способ получил название «Метод оптической решетки» и состоит в следующем: датчики разделяются на два множества — датчики, отвечающие за оси X и Y . Для каждого датчика задается его координата (как правило, $0, X$ или $0, Y$). В случае если датчики (вне зависимости от принадлежности оси) определили состояние зоны «оптической решетки» как «пожар», то проводится аппроксимация показаний датчиков по каждому из измерений полиномом степени количества датчиков в измерении. В каждом измерении находят координату глобального максимума ($0, X_{\max}$ или $0, Y_{\max}$) — эти координаты определяют точку на плоскости P . Для обеспечения необходимой точности данная процедура выполняется до тех пор, пока k -раз подряд разность между P_i не будет превышать R (доверительный интервал). В этот момент находится $P_{\text{ср}}$. Далее определяется угол поворота/наклона для исполнительных устройств (через разность координат $P_{\text{ср}}$ и Исп. Устр. по принципу прямоугольного треугольника). К полученным углам поворота и подъема добавляются (вычитаются) D поворота и D наклона, получаются предельные углы поворота и наклона, которые передаются в контроллер управления стволом.

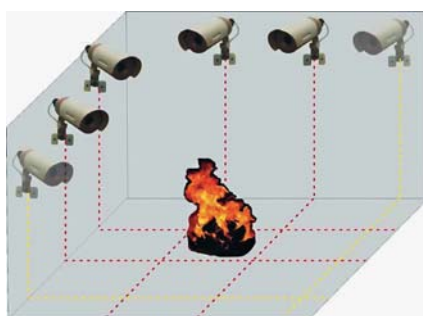


Рис. 3. Система обнаружения координаты пожара.

Подсистема обнаружения пожара построена на основе адресно-аналоговых датчиков теплового потока, расположенных в защищаемом помещении. Установка датчиков выполняется таким образом, что все защищаемое помещение делится на зоны одинаковой формы. Каждая зона имеет свои координаты, которые заложены в алгоритм тушения для каждой робо-

тизированной установки пожаротушения. Опрос управляющим контрольно-адресным модулем адресно-аналоговых датчиков теплового потока позволяет вести постоянный тепловой мониторинг защищаемого помещения. Алгоритм обнаружения определяется техническими требованиями к разработке программного обеспечения. В рамках поставленной цели решаются следующие задачи: классификация показаний датчика, выбор оптимального расстояния расстановки датчиков, определение значения теплового поля.

Задача выбора оптимального расположения датчиков определяется как классическая задача оптимизации для заданной минимальной интенсивности обнаруживаемого очага, при критерии минимального количества датчиков, с учетом архитектурных особенностей объекта и решается индивидуально для каждого конкретного объекта на этапе проектирования системы.

Таким образом, данный способ обнаружения пожара позволяет:

- избежать постоянного механического сканирования ПР, тем самым увеличив надежность системы, срок службы ПР;
- сократить до долей секунды время обнаружения пожара;
- использовать ПР без подсистемы видеоконтроля;
- контролировать состояние помещения во время пожара;
- значительно сократить стоимость подсистемы обнаружения.

ТРЕТЬЕ НАПРАВЛЕНИЕ — управление роботизированным комплексом пожаротушения. С точки зрения аппаратной реализации система должна отвечать двум основным требованиям: с одной стороны, она должна обладать быстродействием, достаточным для решения возлагаемого на нее комплекса задач в режиме реального времени, а с другой — должна отвечать типичным требованиям к системам пожаротушения, то есть быть надежной и простой в обслуживании.

К требованиям программного обеспечения ПР относятся: возможности его относительно быстрого изготовления и изменения, надежность и быстродействие, а также безотказность и безопасность.

В состав системы входят пожарная сигнализация, система пожаротушения и охлаждения конструкций на основе роботизированных пожарных стволов (см. рисунок 4).

Система должна включать следующие элементы:

- АРМ оператора;
- автоматическую установку пожарной сигнализации и определения координаты пожара;
- систему роботизированных установок пожаротушения;
- систему оповещения людей о пожаре;
- систему видеонаблюдения (опционально).

РАБОТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Управление системой роботизированных установок пожаротушения осуществляется с помощью прибора приемно-контрольного охранно-пожарного и управления путем получения необходимых параметров от системы раннего обнаружения и дальнейшего направления роботизированных стволов в очаг пожара и зоны охлаждения строительных конструкций. При переводе системы в ручной режим оператор имеет возможность дистанционно управлять роботизированными стволами, контролируя их положение на экране монитора, а также дополнительно посредством системы видеонаблюдения.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОДЫ

Каждая из роботизированных установок пожаротушения имеет свою уникальную адресацию, что позволяет гибко управлять подсистемой подачи воды. При возникновении аварийной ситуации (тления, перегрева) или непосредственно возникновения горения алгоритмом работы системы предусмотрен запуск не менее двух роботизированных установок пожаротушения и производится автоматическая ориентация их в направлении очага пожара. При этом осуществляется дистанционное открытие запорного вентиля на данном стволе. Обе роботизированные установки пожаротушения направляются в соответствии с принятым алгоритмом подачи воды, и при отсутствии реакции диспетчера на предупреждение о пожаре

запускается автоматическая подача воды, учитывающая периодическое изменение направления стволов.

При этом система позволяет:

- избежать неэффективного расхода воды при тушении пожара;
- обеспечить в месте возникновения пожара необходимую интенсивность подачи огнетушащего вещества;
- увеличить надежность средств пожарной защиты в целом, что достигается обеспечением автономности и надежности работы с нескольких направлений подачи воды в условиях пожара. 

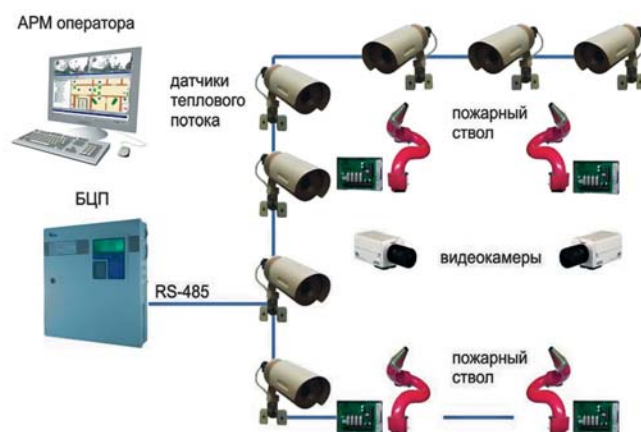


Рис. 4. Роботизированная установка пожаротушения.