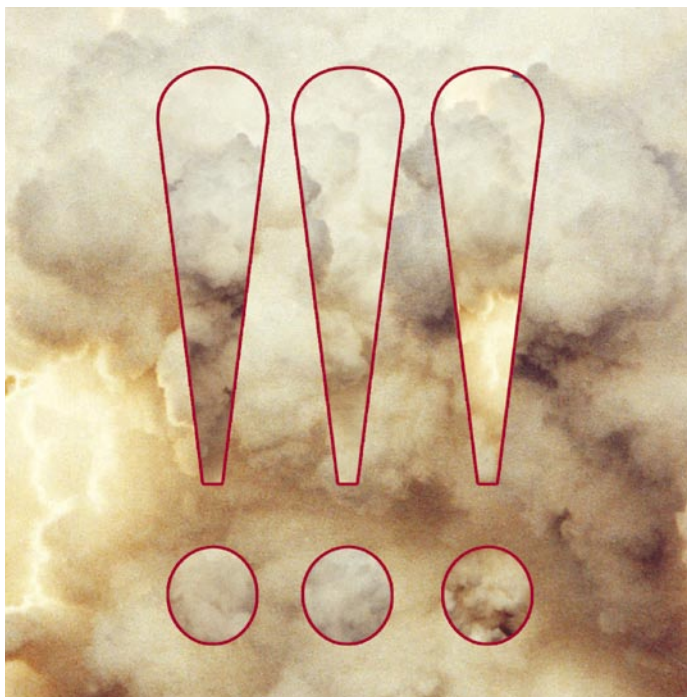


Иван Маслов, главный инженер;
Владислав Демиденко, главный конструктор
«ИВС-Сигналспецавтоматика»

Нет дыма без огня...



Именно выделение дыма является в подавляющем большинстве случаев основным первичным признаком начавшегося пожара. А эффективность применения систем пожарной сигнализации в первую очередь определяется тем, как быстро она сможет обнаружить очаг возгорания. Вот почему в современных системах роль основных периферийных элементов выполняют дымовые пожарные извещатели.

Способность обнаружить наличие дыма в помещении на самой ранней стадии развития очага пожара в равной степени зависит как от установленного порога чувствительности извещателя, так и от того, насколько свободно обеспечено проникновение дыма в его чувствительную зону, т.е. в оптическую систему. Обеспечение свободной вентилируемости чувствительной зоны оптической системы при естественной конвекции воздуха в защищаемом помещении в первую очередь является конструкторской задачей, успешное решение которой может многократно снизить время реакции на возгорание, и наоборот, несоблюдение основных принципов организации дымозахода в извещатель может значительно увеличить ущерб от пожара.

Для определения основных принципов конструирования извещателя с точки зрения дымозахода сначала необходимо понять, какие же воздушные потоки воздействуют на него при установке на потоло-

ке защищаемого помещения. На начальной стадии развития пожара выделение тепла очень незначительное, поэтому потоки дыма практически не содержат турбулентностей и перепадов давления, что в большей мере способствует обтеканию встречаемых препятствий и в меньшей — проникновению внутрь этих препятствий. Естественно, что выделяемый очагом пожара дым сначала будет подниматься вверх (как имеющий более высокую температуру относительно окружающего воздуха) и, достигнув потолка, далее будет распространяться вдоль него.

С учетом соотношения возможных вероятностей возникновения очага пожара или непосредственно под установленным извещателем, или в стороне от него, случаи воздействия на извещатель горизонтально распространяющихся потоков дыма будут встречаться многократно чаще, чем воздействие вертикально восходящих потоков. Поэтому при конструировании извещателя в первую очередь необходимо обеспечить свободное проникновение внутрь него именно горизонтальных потоков, в то же время для вертикальных потоков также должны быть предусмотрены определенные условия дымозахода. Немаловажным фактором является еще и то, что частицы дыма — это есть результат пиролиза горящих материалов и, как правило, они несут на себе определенный (положительный или отрицательный) ста-

тический заряд, наличие которого также необходимо учитывать при конструировании извещателя.

Извещатель — не самолет

Первым препятствием для свободного проникновения дыма в чувствительную зону, конечно же, является корпус извещателя. Современные извещатели имеют очень разнообразные формы корпуса, при этом явно наметилась тенденция придавать корпусам как можно более обтекаемые формы, которые органично вписываются в интерьер помещений. Но хорошая обтекаемость обеспечивает корпусам еще и очень высокие аэродинамические свойства, что совершенно не способствует проникновению дыма внутрь извещателя, а как раз наоборот. На рис. 1 показано поведение потока дыма при встрече на своем пути извещателя сферической формы, когда дыму значительно легче обогнуть препятствие в виде извещателя, чем проникнуть внутрь него.

Для организации более эффективного дымозахода внутрь корпуса его форма в районе расположения входных отверстий должна максимально препятствовать потокам воздуха вдоль него, т.е. отверстия должны как бы «захватывать» движущийся мимо дым.

На рис. 2 приведен пример наиболее оптимальной конструкции корпуса, обеспечивающей очень хорошую вентилируемость извещателя для горизонтально

распространяющихся потоков дыма и вполне приемлемую вентилируемость для вертикально восходящих потоков.

Это достигается за счет придания определенного наклона сечению входных отверстий по отношению как к горизонтальной, так и к вертикальной плоскостям. Неплохим подспорьем для неосновного (вертикального) потока дыма является выполнение внутренних поверхностей входных отверстий наклонной или закругленной формы, что придает частицам дыма направление движения внутрь извещателя.

Узкие щели — непреодолимое препятствие

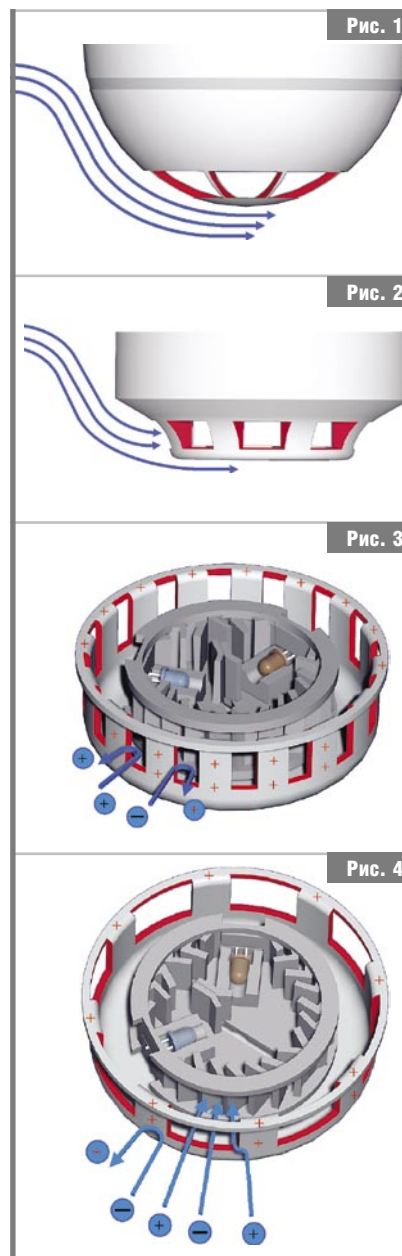
Вторым очень существенным, а при определенных обстоятельствах практически непреодолимым препятствием могут стать размеры входных отверстий в корпусе извещателя. В последнее время все чаще в новых разработках с целью сэкономить на защищаемой от насекомых сетке дымозаходные отверстия в корпусе извещателя стали выполнять в виде узких длинных щелей. При этом общая суммарная площадь таких отверстий по сравнению с извещателями, выполненными по классическим правилам, уменьшилась не очень существенно. Но вся проблема том, что корпуса извещателей традиционно изготавливаются из пластика, не обладающих антистатическими свойствами. Поэтому в условиях применения извещателей на реальных объектах на их корпусах накапливается статический заряд какого-либо знака. А как было отмечено ранее, частицы дыма в условиях возникновения реального очага пожара также несут на себе определенный заряд. Для того чтобы частицы дыма могли проникнуть внутрь извещателя через узкие щели, они должны максимально сблизиться с элементами корпуса (межщелевыми перемычками) и преодолеть его электрическое поле, что практически невозможно для любого сочетания знаков заряда корпуса и частицы. При одинаковом знаке заряда частицы, попадая в электрическое поле корпуса, будут отталкиваться от него и приобретут вектор движения по направлению от извещателя. При различных знаках заряда частицы, попав под действие электрического поля

корпуса, сначала притянутся к нему (если даже они двигались по направлению к щели) и, перезарядившись, опять же начнут отталкиваться, как в уже рассмотренном случае. Принцип взаимодействия заряженных частиц дыма и корпуса с узкими щелями показан на рис. 3.

Справедливости ради необходимо отметить, что для случая взаимодействия противоположно заряженных частиц дыма и корпуса, через некоторое время заряд корпуса будет нейтрализован. Но и говорить о раннем обнаружении очага пожара уже не приходится. К тому же нейтральный заряд корпуса сохранится недолго, так как, соприкасаясь с частицами дыма, он вновь накопит статический заряд.

Если входные отверстия, как в классических извещателях, имеют значительные размеры, каких-либо существенных препятствий для дымозахода это не создает, даже в случае наличия статических зарядов на корпусе и частицах дыма. Под действие электрического поля корпуса будут попадать только те частицы, которые движутся по траектории, близкой к краям отверстий, тогда как на движение основной массы дыма ближе к центру отверстий воздействие этого электрического поля будет очень слабым, что наглядно продемонстрировано на рис. 4.

К сожалению, имеющиеся в обязательных нормативных документах методики испытаний на чувствительность не могут выявить столь существенные недостатки извещателей с узкими щелями, так как воздействию дыма они подвергаются в специальной камере, принцип действия и конструкция которой максимально способствуют нейтрализации статических зарядов как на частицах воздействующей аэрозоли, так и на корпусе извещателя. В нормативных документах европейских стран указано, что кроме испытаний на чувствительность, обязательными являются также огневые испытания, при которых извещатели подвергаются воздействию реальных тестовых очагов пожара и при которых может быть выявлена их способность к раннему обнаружению. Подобные отечественные нормативные документы разработаны и утверждены, но до сих пор, к сожалению, не являются обязательными



при сертификационных испытаниях, что позволяет некоторым производителям выпускать извещатели с весьма сомнительными обнаружительными свойствами.

«Заземленная» сетка — лучшее решение

Следующим препятствием на пути дыма в оптическую систему может стать сетка, защищающая чувствительную зону от насекомых. Для обеспечения приемлемой защиты размер ячейки должен быть не более 1 мм, поэтому проблема проникновения заряженных частиц дыма в узкие щели актуальна и для этого случая. Решение проблемы возможно только путем нейтрализации заряда сетки, что на практике достигается за счет применения антистатических материалов (например, металла) для ее изготовления. При

этом сетка должна быть обязательно электрически соединена с одним из проводов шлейфа, лучше непосредственно, но можно и через низкоомные цепи схемы извещателя. Это снимает с сетки накапливаемый от соприкосновения с частицами дыма или воздуха статический заряд. Очень существенным фактором для облегчения вентилируемости чувствительной зоны может стать обеспечение плотного прилегания сетки к оптической системе, изготавливаемой, как правило, из неантистатических материалов (пластика) и имеющей достаточ-

но узкие дымозаходные каналы. Поэтому снятие с ее стенок статического заряда будет способствовать более свободному проникновению заряженных частиц дыма в чувствительную зону.

Применение в извещателях в качестве защиты от насекомых сеток из синтетических материалов, равно как и металлических «незаземленных» сеток, в реальных условиях возникновения очага пожара может существенно увеличить время его обнаружения.

Корпус и оптическая система — единый узел

Конструкция оптической системы также в значительной мере влияет на вентилируемость чувствительной зоны. Все применяемые на сегодняшний день в извещателях оптические системы по конструктивному признаку можно разделить на две основные группы: горизонтально-вентилируемые и вертикально-вентилируемые. Как было уже определено ранее, при пожаре основным воздействующим на извещатель потоком будет горизонтально распространяющийся дым, поэтому, естественно, горизонтально-вентилируемые конструкции оптических систем являются оптимальными. Важно еще и то, что для проникновения в чувствительную зону такой оптической системы частицам дыма необходимо менять свое направление движения только в горизонтальной области, т.е. в плоскости с одинаковой температурой воздуха. А для вертикально-вентилируемых оптических систем дыму необходимо делать вертикальные перемещения, которые порой существенно затруднены

наличием в защищаемом помещении градиента температур по линии от пола к потолку. Примеры движения потоков дыма через чувствительные зоны оптических систем различной конструкции приведены на рис. 5 и 6.

Вообще, для обеспечения хорошей вентилируемости чувствительной зоны при разработке извещателя необходимо учитывать любую мелочь. Например, если даже при соблюдении всех вышеперечисленных правил допустить наличие сплошного зазора между корпусом и оптической системой, то все усилия по обеспечению беспрепятственного проникновения дыма в чувствительную зону будут сведены к нулю, так как для него создается более легкий путь движения по тому самому зазору, минуя (обтекая) оптическую систему. На рис. 7 приведен пример именно такого случая.

При замыкании межщелевых перемычек корпуса на габарит оптической системы, как показано на рис. 8, для дыма будет оставлен путь движения только через чувствительную зону.

Если при этом еще оптимизировать взаиморасположение входных отверстий корпуса и дымозаходных каналов оптической системы (когда напротив каждого отверстия имеется хотя бы один канал), можно многократно снизить зависимость характеристики вентилируемости от ориентации извещателя по отношению к направлению потока дыма. Неравномерность характеристики изначально вызвана наличием оптоэлементов (ИК-диода и фотодиода) на пути движения дыма.

В заключение кратко остановимся на основных правилах конструирования извещателя с хорошей вентилируемостью чувствительной зоны:

1. Форма корпуса не должна обладать высокими аэродинамическими свойствами.
2. Расположение входных отверстий должно обеспечивать дымозаход как для горизонтальных, так и для вертикальных потоков.
3. Входные отверстия в пластиковом корпусе должны иметь как можно большие размеры.
4. Защитная сетка должна обладать антистатическими свойствами с обязательным «заземлением».
5. Для движения дыма через чувствительную зону конструкция извещателя должна создавать минимум вертикальных перемещений.
6. Основные потоки движения дыма внутри извещателя должны проходить через чувствительную зону.
7. САМОЕ ГЛАВНОЕ ПРАВИЛО: все принимаемые конструкторские решения должны всесторонне анализироваться, технически обосновываться и экспериментально проверяться!

Рис. 5

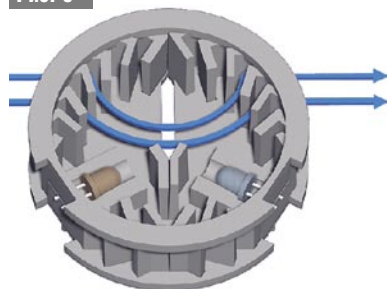


Рис. 6

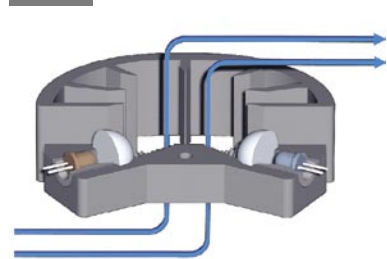


Рис. 7



Рис. 8

