

# ВЗГЛЯД НА ПОЖАРНЫЕ ДЫМОВЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ТЕСТОВЫХ ПОЖАРОВ

**Владимир Баканов**

Главный конструктор  
ЧП «АРТОН»  
Тел.: +38 (0372) 557-492  
www.arton.com.ua



Re: technical@arton.com.ua

**Е**сли линейные дымовые извещатели контролируют относительное уменьшение сигнала, приходящего на фотоприемник, в зависимости от увеличения оптической плотности воздуха, то точечные извещатели контролируют увеличение сигнала на выходе фотоприемника, амплитуда которого пропорциональна концентрации частиц дыма. Эта разница обусловлена тем, что дымовые точечные оптико-электронные извещатели построены на основе эффекта Тиндаля [1], т. е. свечения оптически неоднородной среды вследствие рассеяния проходящего света. В этом случае интенсивность рассеянного света в выбранном направлении (при постоянных параметрах падающего света) зависит от концентрации рассеивающих частиц и их размера. Более глубокое изучение физических основ построения точечных извещателей показывает присутствие и других закономерностей, например эффекта Ми [2]. Эта закономерность гласит, что существует зависимость интенсивности рассеянного света от угла между осями излучателя и фотоприемника, а также от соотношения между радиусом частицы и длиной волны излучения в данной среде. Непрозрачность (мутность) среды меньше в случае мелких и крупных частиц и максимальна при некотором промежуточном размере частиц. Естественно, что интенсивность рассеянного света будет зависеть и от коэффициента поглощения света частицами этой мутной среды. Именно на этой научной основе, например, Игорь Неплохов утверждает, что точечные дымовые извещатели более чувствительны по

**Если следовать совету Козьмы Пруткова: «Зри в корень», то начинать исследование нашего вопроса надо с тех физических принципов, которые положены в основу построения пожарных дымовых оптико-электронных извещателей. Линейные дымовые извещатели обеспечивают контроль оптической плотности воздуха, выражаемой в дБ, на большой дальности между компонентами такого извещателя. Точечные оптико-электронные извещатели обеспечивают контроль удельной оптической плотности воздуха, выражаемой в дБ/м, в месте их расположения.**

отношению к «светлым» дымам и менее чувствительны к «черным» дымам, чем линейные дымовые извещатели [3]. Его мнение базируется на сравнении данных, полученных при тестовых пожарах, проведенных для линейного дымового извеща-

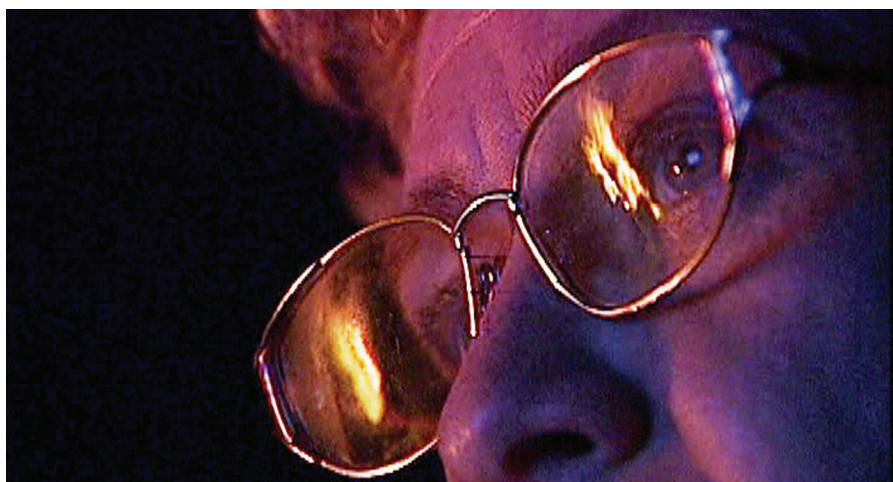
**«все дымовые пожарные извещатели проходят сертификационные испытания по 4-м тестовым пожарам: TF2, TF3, TF4, TF5»**

теля фирмы System Sensor 6500 и для точечных извещателей, тип которых в статье не определен. Причем сам автор утверждает: «Эти испытания проводились в разное время, вследствие чего имеются различия в скоростях нарастания оптиче-

ской плотности среды, концентрации взвешенных частиц и температуры» [3].

По моему мнению, такие сравнения трудно признать корректными. Тем более, нельзя согласиться с утверждениями некоторых специалистов, что точечные дымовые пожарные извещатели вообще нечувствительны к «черным» дымам и их нельзя использовать в помещениях, где в результате пожара возможно горение пластика, изоляции кабеля, резинотехнических изделий, битумных материалов и т. д.

После внедрения в Украине (с 2005 года) европейских стандартов по системам пожарной сигнализации серии EN54 все дымовые пожарные извещатели, представляемые на сертификационные испытания, проходят их по четырем тестовым пожарам: TF2, TF3, TF4, TF5, по государственному стандарту ДСТУ EN54-7:2004 — для точечных извещателей — и по ДСТУ EN54-12:2004 — для линейных. Надо отметить, что абсолютно все технические



требования ко всем тестовым пожарам по этим двум стандартам одинаковые, различаются только места установки извещателей в комнате проведения таких пожаров.

На сертификационные испытания в Украине отбирается двадцать дымовых пожарных извещателей и семь линейных. А тестовым пожарам при сертификации подвергаются только те четыре точечных извещателя, показатели которых при сравнительных испытаниях в дымовом канале худшие по чувствительности. Чтобы не быть голословным, предлагаю рассмотреть процессы прохождения тестовых пожаров конкретными точечными извещателями СПД-3 [4] и линейным «Артон-ДЛ» [5] производства ЧП «Артон», хорошо известного на украинском рынке средств пожарной сигнализации. Испытания проводились в комнате тестовых пожаров аккредитованной лаборатории ООО «Росток-ВЦ». Необходимо отметить, что изложенная далее информация представлена с разрешения ЧП «Артон» и ООО «Росток-ВЦ».

Параметры комнаты тестовых пожаров полностью соответствуют требованиям нормативных документов: длина — 9,2 м, ширина — 6,2 м, высота — 4,0 м.

В выделенной зоне расположены измерители температуры, оптической плотности воздуха и ионизационная камера, а также места для установки испытываемых извещателей и подключения их к цепям питания и контроля. Пол, потолок и стены имеют одинаковый черный цвет. Температура между ними отличается не больше чем на 2°C. Во время проведения тестовых пожаров в комнате не должно быть иных нагревательных или осветительных приборов. Даже присутствующий на начальной стадии тестового пожара человек должен покинуть это помещение как можно быстрее, но перемещаться в самой комнате он должен плавно, чтобы

не вызвать дополнительное перемешивание воздуха.

Цепи контроля каждого тестируемого извещателя, а также величины параметров, характеризующих развивающийся во времени процесс, выводятся на компьютер тремя графиками:

— зависимость температуры  $T$  [°C] от времени  $t$  [с];

— зависимость удельной оптической плотности воздуха  $m$  [дБ/м] от времени  $t$  [с];

— зависимость удельной оптической плотности  $m$  [дБ/м] от ионизационной концентрации дыма  $y$ .

После каждого тестового пожара комната проветривается до установления начальных условий для проведения следующего теста. При необходимости в исходное состояние приводятся также испытываемые извещатели и измерительные установки.

Тестовый пожар TF2 — тление древесины — проводится по методике, приведенной в нормативном документе, которая мало отличается от описанной в статье И. Г. Неплохова [3]. Мощность электрической плиты, на которой определенным образом располагаются буковые бруски заданных размеров и влажности, подбирается таким образом, чтобы ее температура достигла значения 600°C за 11 минут. Развитие пожара должно быть таким, чтобы зависимости  $m$  от  $y$  и  $m$  от  $t$  находились в пределах границ, приведенных в стандарте для каждого из тестовых пожаров.

Имеются и другие ограничения по процессу развития пожара. Например, не должно возникать открытое пламя, а процесс может считаться оконченным, если сработают все четыре точечных извещателя либо удельная оптическая плотность достигнет значения  $m = 2$  дБ/м.

Как видно из графиков на рис. 1 и 2, развитие пожара первые несколько минут

идет медленно, а затем стремительно увеличивается удельная оптическая плотность воздуха и растет ионизационная концентрация дыма. Однако стремительно не значит равномерно. Приведенные рисунки иллюстрируют взлеты и падения оптической плотности, а также снижение и последующее нарастание ионизационной концентрации дыма. Это происходит из-за того, что дым клубится. Анализируя полученные результаты, нужно учитывать, что испытываемые извещатели и измерители находятся в разных местах, а скорость распространения дыма очень маленькая. Скорее всего, запаздывание сработки точечных извещателей относительно линейного связано с развитием данного пожара, ведь сертификационные испытания других извещателей этой серии, например СПД-3.5, давали сработки при меньшей оптической плотности. Из графиков на рис. 3 видно, что точечные извещатели в этом случае сработали значительно раньше линейного.

Именно неравномерность развития тестового пожара TF2 обуславливает разные значения оптической плотности воздуха, при которых происходили сработки извещателей, которые в дымовом канале имели практически одни и те же показатели по чувствительности. В комнате тестовых пожаров эти же точечные извещатели показывают разные значения оптической плотности воздуха как от извещателя к извещателю в одном тесте, так и от тестового пожара к другому тестовому пожару. Неравномерность задымления видна и на фотографии (рис. 4). Клубы дыма заметны возле крайнего правого извещателя, а возле других извещателей дыма еще нет.

Линейный дымовой извещатель «Артон-ДЛ» устанавливался на дальности 10 м и настраивался на чувствительность (1,5±0,5) дБ согласно паспорту. Если бы задымлен-

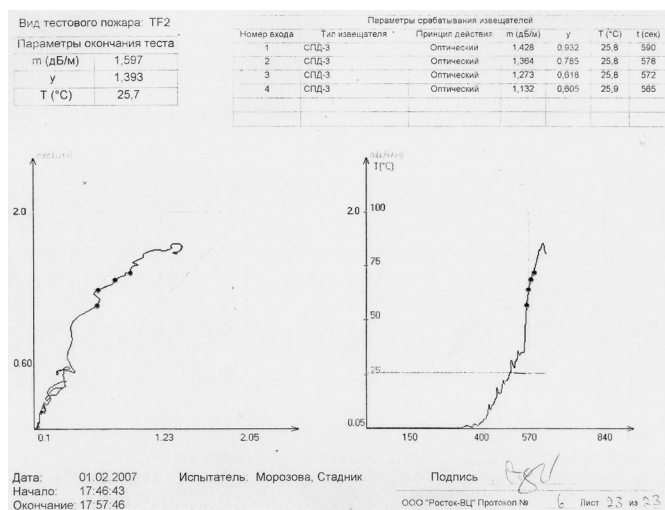


Рис. 1

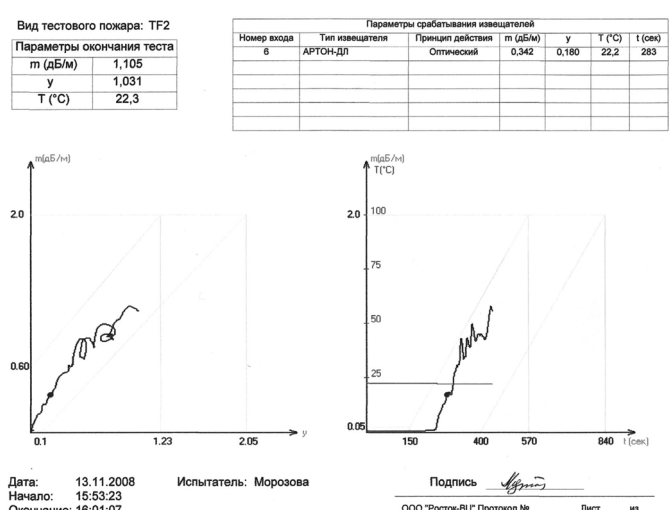


Рис. 2

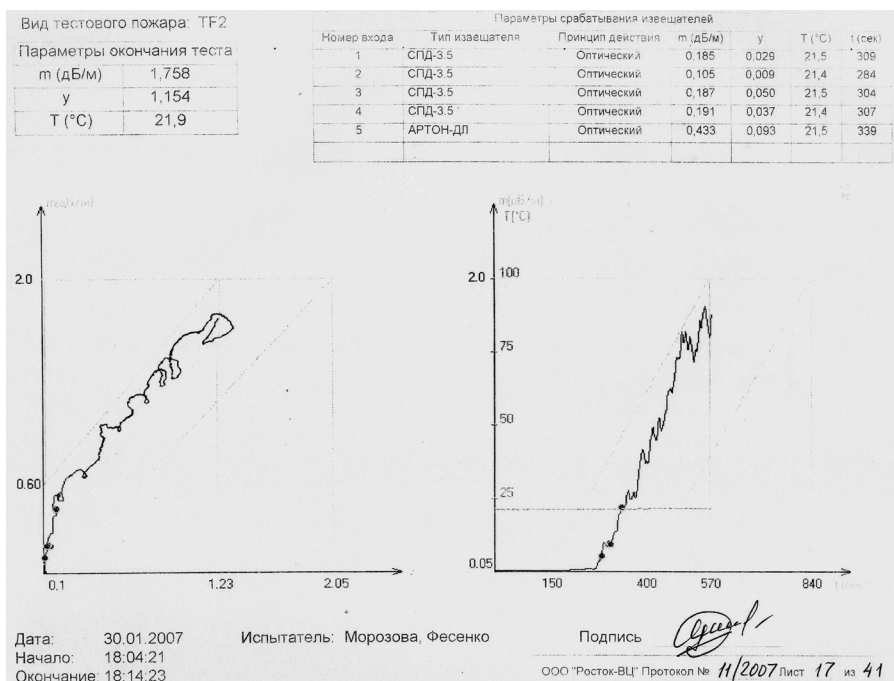


Рис. 3



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 4

ность комнаты тестовых пожаров всегда была равномерной, то можно было бы считать, что линейный извещатель имеет чувствительность, сравнимую с точечными извещателями, — около 0,15 дБ/м. Лучшая стабильность показателей линейного дымового извещателя по сравнению с точечными в этом тестовом пожаре вполне объяснима, так как его чувствительная зона перекрывает значительное расстояние — 10 м, на котором усредняются неравномерности задымления пространства.

Характерно для этого тестового пожара и то, что температура в месте расположения извещателей практически не изменяется на протяжении всего эксперимента.

Тестовый пожар TF3 — тление хлопка — начинается с поджога всех 90 отрезков хлопковых фитилей (рис. 5), которые должны тлеть (рис. 6), но не гореть, а если пламя разгорается, то его необходимо задуть. Как видно из рис. 7, столб дыма поднимается над очагом возгорания и клубясь заполняет комнату. Такое поведение дыма отражают и графики (рис. 8 и 9), полученные при проведении этого тестового пожара. Локальные экстремумы функции удельной оп-

тической плотности от времени и петлевидные завихрения на графике зависимости  $m$  от  $y$  хорошо видны на рис. 8.

Как говорилось выше, подсветка при проведении тестового пожара недопустима, так как может привести к искажению воздушных потоков в комнате тестовых пожаров. Фонари были установлены только для съемки, с целью выделения на фотографии дымового потока от тлеющих хлопковых жгутов, а сама фотография может служить хорошей иллюстрацией эффекта Тиндаля, когда в световых



Рис. 7

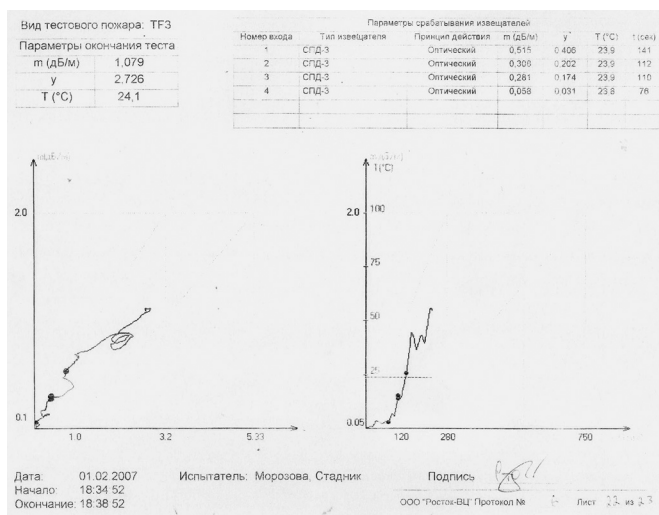


Рис. 8

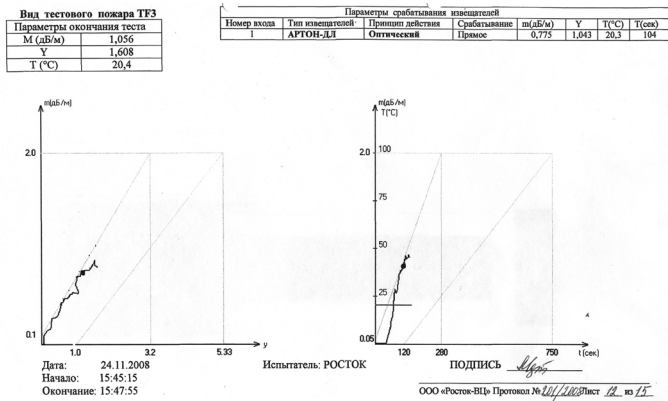


Рис. 9

**«процесс развития TF4 проходит значительно быстрее и, что важно отметить, равномернее»**

конусах прожекторов видна неравномерность задымления комнаты.

Процесс развития данного тестового пожара идет значительно интенсивней, чем TF2, начальная стадия не такая затяжная. При тестовом пожаре TF3 происходит также значительный разброс значений удельной оптической плотности воздуха (от 0,06 до 0,5 дБ/м), при которых срабатывают те самые четыре пожарных извещателя СПД-3 и практически не изменяется температура окружающего их воздуха. Сработка же линейного дымового извещателя в этом случае прошла при большей удельной оптической плотности воздуха — 0,775 дБ/м. И объясняется это, прежде всего, неравномерностью распространения дыма и незначительной скоростью его движения.

Таким образом, при прохождении тестовых пожаров TF2 и TF3, которые характеризуются так называемым «белым» дымом, точечные извещатели не обеспечивают стабильность показаний оптической плотности воздуха, при которых происходит их сработка. Главное, чтобы сам процесс тестового пожара проходил в заданных границах значений показателей  $m$ ,  $y$  и  $t$ , а все четыре извещателя сработали до достижения показателем  $m$  значения 2 дБ/м.

Теперь рассмотрим процесс прохождения следующего тестового пожара TF4 — горение синтетического материала, а именно полиуретана. Для проведения этого тестового пожара используется несколько матов пенополиуретана размером 50×50×2 см без добавок, которые замедляют горение. Данный процесс обусловлен

уже появлением открытого пламени и образованием значительного количества копоти, что позволяет отнести дым, образовавшийся во время этого теста, к так называемым «черным» дымам. Критерием окончания процесса является сработка всех четырех извещателей или достижение ионизационной концентрацией дыма значения  $y = 6,0$ . Как видно из графиков испытаний по тестовому пожару TF4 (рис. 10 и 11), процесс развития TF4 проходит значительно быстрее, чем предыдущих и, что важно отметить, равномернее. В этом тесте благодаря отсутствию открытого пламени заметно некоторое возрастание температуры вблизи испытываемых извещателей.

Точечные извещатели срабатывают «кучно» при близких значениях оптической плотности воздуха, причем среднее значение по четырем извещателям лишь незначительно превышает среднее значение, полученное в предыдущем тесте, и в два с лишним раза меньше среднего значения оптической плотности сработок по тестовому пожару

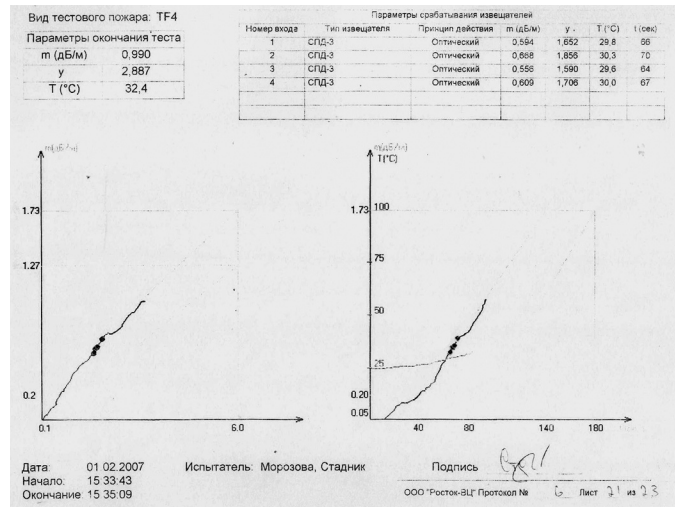


Рис. 10

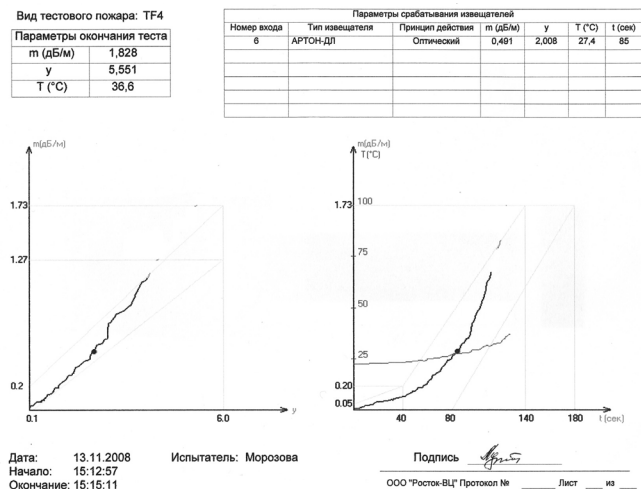


Рис. 11

TF2. А это подтверждает эффективность применения точечных извещателей в помещениях, где возможно возникновение подобных пожаров. Причем при проведении тестового пожара TF4 величина удельной

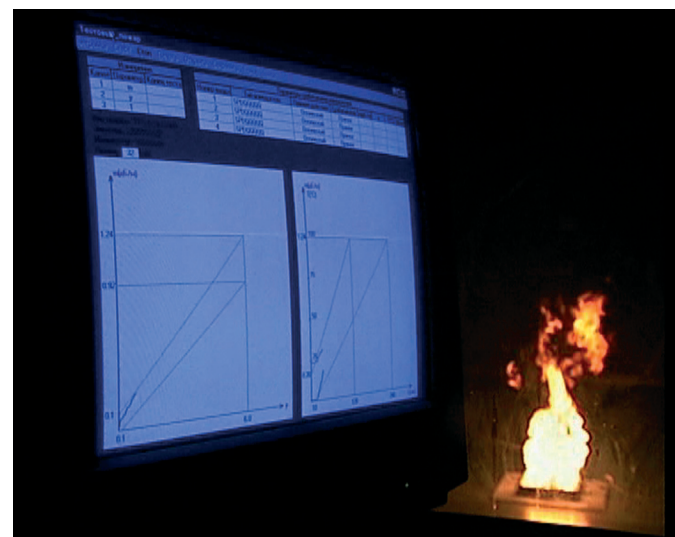


Рис. 12

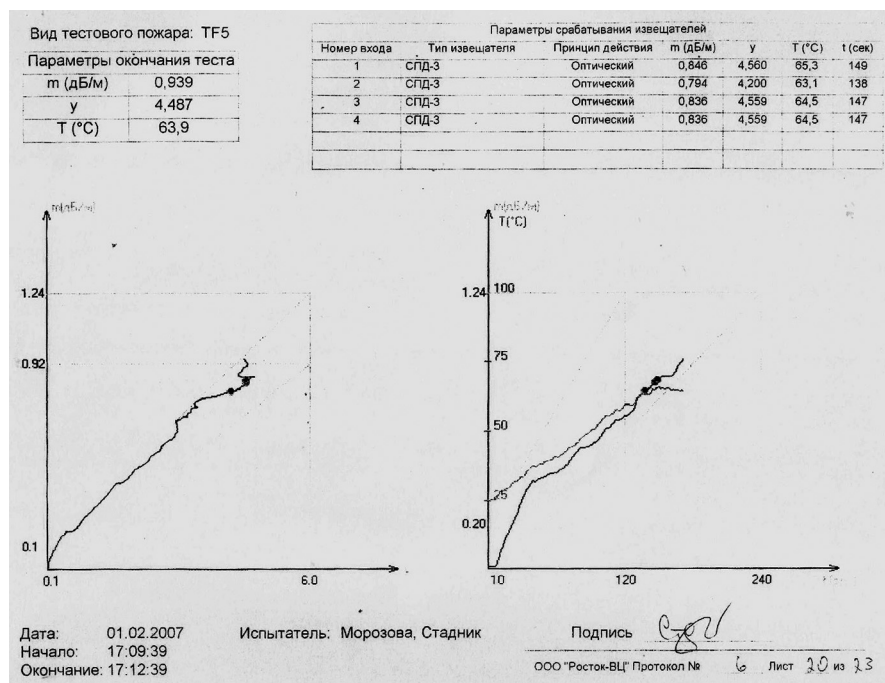


Рис. 13

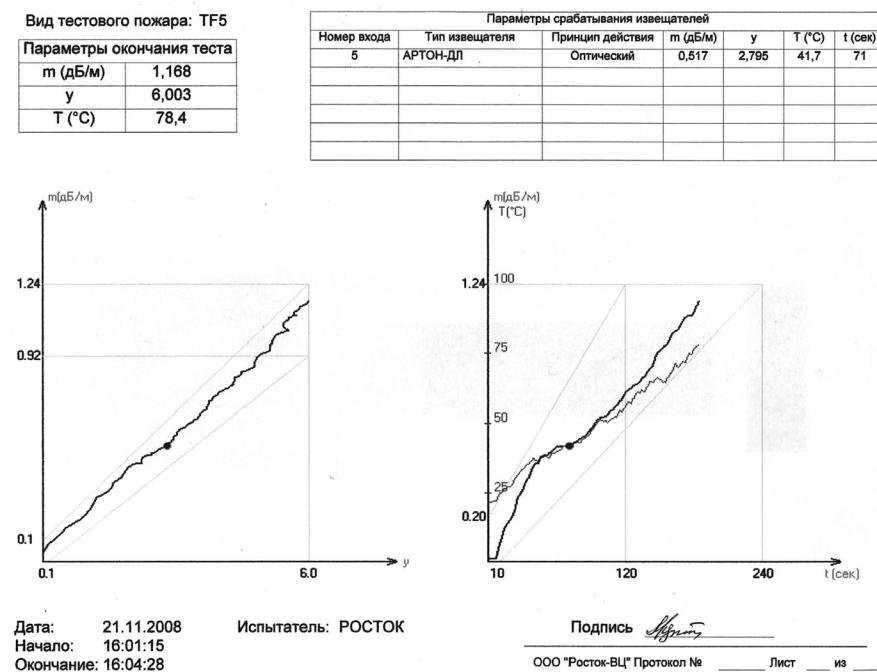


Рис. 14

оптической плотности воздуха и время срабатки линейного дымового извещателя «Артон-ДЛ» практически такие же, что и у точечных дымовых пожарных извещателей СПД-3.

Последний в этой серии тестовый пожар TF5 — горение легковоспламеняющейся жидкости. При этом испытании за 120—240 секунд сжигается 650 г смеси *n*-гептана с толуолом. Процесс горения, как и при других тестовых пожарах, должен пройти в строго определенной области отношений  $m$  от  $y$  и  $m$  от  $t$  (рис. 12).

Высота открытого пламени достигает полутора метра, что способствует образованию значительного количества ионизированных частиц и ускоренному воздушному потоку, так что воздух вблизи испытываемых извещателей прогревается к моменту их срабатывания до 60°C.

Как показывает практика испытаний, этот тестовый пожар часто оказывается коварным по отношению к некоторым типам дымовых точечных извещателей, у которых эстетичные формы преобладают над аэродинамическими свойствами конструкции.

Среднее значение удельной оптической плотности воздуха, при котором срабатывали наши точечные извещатели в этом тестовом пожаре (рис. 13), составляет 0,83 дБ/м. В таком же тестовом пожаре, согласно результатов испытаний, представленных на рис. 14, линейный дымовой извещатель срабатывает раньше — при удельной оптической плотности 0,517 дБ/м. Но это преимущество нельзя назвать преобладающим, так как оба типа извещателей сработали практически в середине допустимых значений удельной оптической плотности, ионизационной концентрации дыма и времени.

Такие результаты говорят только о том, что правильно сконструированные [6] точечные дымовые оптико-электронные пожарные извещатели обеспечивают прохождение всех тестовых пожаров, определенных нормативным документом. Из-за значительной неравномерности задымления пространства комнаты во время проведения тестовых пожаров TF2 и TF3 точечные извещатели могут срабатывать при разных показаниях измерителя оптической плотности воздуха в пределах допустимых значений.

Линейные дымовые извещатели, благодаря протяженной чувствительной зоне, дают более стабильные значения параметров срабатки.

Сам процесс проведения тестовых пожаров, в том числе обустройство специальной комнаты, имеет множество секретов, раскрыть которые можно только с опытом проведения таких исследований.

Полученные выводы основаны на анализе протоколов сертификационных испытаний извещателей СПД-3 и «Артон-ДЛ» в лаборатории ООО «Росток-ВЦ», но они хорошо согласуются и с результатами тестовых пожаров аналогичных извещателей, проведенных в европейском центре сертификации. [3]

#### Литература

1. Большая советская энциклопедия: В 30 т. Т. 25. — М.: Советская энциклопедия, 1976. — С. 559.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. — М.: Наука, 1970. — С. 716.
3. Неплохов И. Г. Линейные дымовые пожарные извещатели // Грани безопасности. — 2005. — № 4 (34). — С. 42.
4. Мисевич І. Інновації та висока якість — головні критерії сповіщувачів серії СПД-3 // Пожежна безпека. — 2008. — № 3 (102). — С. 28.
5. Мисевич І. «Артон-ДЛ» — перший і єдиний вітчизняний лінійний димовий пожежний сповіщувач // Пожежна безпека. — 2008. — № 4 (103). — С. 28.
6. Маслов И., Демиденко В. Нет дыма без огня... // БДИ. — 2004. — № 3. — С. 46.