

В. С. МЕЛЬНИКОВ, канд. техн. наук, заместитель генерального директора ООО “Международный противопожарный центр” (Россия, 115446, г. Москва, Коломенский пр., 14; e-mail: melnikov@firecenter.ru)

С. В. КИРИЛЛОВ, ведущий специалист ООО “Международный противопожарный центр” (Россия, 115446, г. Москва, Коломенский пр., 14; e-mail: sv@firecenter.ru)

М. В. МЕЛЬНИКОВ, специалист ООО “Международный противопожарный центр” (Россия, 115446, г. Москва, Коломенский пр., 14)

М. И. ЩЕРБАКОВ, генеральный директор ООО “ИРТИС/IRTIS” (Россия, 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, 11, корп. 2; e-mail: info@irtis.ru)

Р. В. ГАРСКОВ, инженер ООО “ИРТИС/IRTIS” (Россия, 105120 г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, 11, корп. 2; e-mail: info@irtis.ru)

УДК 614.847.9

ТАКТИЧЕСКОЕ ТЕРМОГРАФИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТУШЕНИЯ ПОЖАРА УСТРОЙСТВОМ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Для контроля испытаний пожарной техники при тушении модельных очагов пожара применены средства дополненной реальности. Показано, что наблюдения в спектральном диапазоне инфракрасного излучения 3...5 мкм позволяют обеспечить ориентацию и целеуказание при полном отсутствии видимости. С помощью термограмм выявлены изменения в процессе горения при подаче огнетушащего вещества в виде тонкораспыленного потока и компактной струи. По результатам регистрации температурных аномалий и средних температур центральной, а также расширенной зон горения выполнена оценка динамики тушения. Установлено, что инструментальный контроль делает доступным синхронизацию подавления процесса горения, адаптацию приемов и обеспечивает существенное повышение эффективности пожаротушения. С учетом данных термографирования выработаны рекомендации по применению устройства высокоскоростной подачи огнетушащего вещества “КЛИН”.

Ключевые слова: дополненная реальность; термография; тепловидение; пожарная тактика; устройства пожаротушения.

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.03.51-59

Современные средства объективного контроля, термографы и тепловизоры, в настоящее время позволяют существенно повысить информативность пожарно-технических испытаний строительных материалов и конструкций [1, 2]. ГОСТ Р 56076–2014 [3] рекомендует использовать соответствующие методы и приборы для контроля нарастания опасных факторов при натурных огневых испытаниях, а также при стендовых испытаниях на пожарную опасность и огнестойкость. Успешно применяется инфракрасная термографическая съемка при экспериментальном изучении динамики горения с детализацией, например, локальных быстропротекающих тепломассообменных процессов [4] и тактическое тепловидение — в практике пожарных подразделений [5].

Настоящим исследованием предпринята попытка распространить указанный положительный опыт на испытания пожарной техники. Так, с целью оценки эффективности инструментального контроля было применено термографирование при моделирова-

нии тушения очагов пожара передвижным устройством “КЛИН”, сведения о котором приведены в табл. 1.

Само устройство состоит из мотор-насосного агрегата высокого давления, цистерны, рукавной катушки, рукава высокого давления со стволом и может устанавливаться в кузове или прицепе легкомоторного транспортного средства (квадроцикла, минитрактора, мотоблока, пикапа) [6]. Стандартные сертификационные испытания (рис. 1 и 2) подтвердили его соответствие требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 53291–2009 [7] к устройствам пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества (ОТВ), включая соответствие огнетушащей способности при тушении модельных очагов пожара, выбранных по табл. 4 ГОСТ Р 51017–2009 [8], исходя из фактической массы огнетушащего вещества.

При этом необходимо отметить важность тактики применения устройства “КЛИН”, в первую оче-

Таблица 1. Тактико-технические характеристики устройства “КЛИН”

Показатель (по ГОСТ Р 53291–2009)	Значение показателя
Огнетушащая способность (ранг модельного очага пожара)	15А, 233В
Время тушения модельного очага пожара, мин, не более	10
Огнетушащее вещество	Вода, водные растворы пенообразователей, смачивателей или реагентов
Вместимость цистерны, л (масса ОТВ, кг)	300 (300)
Масса пенообразователя на один заряд ОТВ, кг	5...10
Время действия (продолжительность подачи ОТВ), мин, не менее	20
Дальность подачи тонкораспыленного ОТВ, м	До 10
Расход ОТВ, л/ч (л/с)	400...780 (0,11...0,22)
Скорость подачи ОТВ, м/с:	
круглая струя	84...163
плоская струя	66...129
Рабочее давление, МПа	4...23
Глубина гидроразрыва грунта (проникновения струи в торф), м	До 0,6
Время непрерывной работы моторно-насосного агрегата на одной заправке бензина (6,5 л), ч, не менее	1,5
Длина рукава высокого давления, м	55
Масса устройства, кг:	
конструктивная (сухая)	115
общая снаряженная	425

редь из-за ограниченной массы ОТВ и его расхода, поскольку нерациональное использование технических возможностей может привести к отсутствию положительного результата при тушении пожара. Вместе с тем следует заметить, что тушение стандартных модельных очагов пожара (см. рис. 1 и 2) оказывается эффективным после одной-двух тренировок, так как однообразие процесса горения позволяет быстро выявить необходимые и достаточные приемы пожаротушения. Более сложные сценарии, приближенные к реальности, имеют место при тушении нестандартных очагов, которые отличаются от стандартных случайным распределением зон различной интенсивности горения и случайным распределением закрытых участков, труднодоступных для ОТВ. Тушение таких очагов требует адаптивного применения пожарной техники, поэтому именно



Рис. 1. Модельный очаг пожара ранга 15А (штабель из 450 брусков 1190×40×40 мм): а — в начале тушения; б — через 23 с после начала тушения

нестандартные условия и моделировались при термографическом контроле горения твердых горючих материалов, которые выбирали из порубочных остатков и отходов строительных материалов хвойных и лиственных пород древесины.

Во всех опытах использовались два основных режима подачи ОТВ — в виде круглой и плоской струй.

В первом варианте (рис. 3) наблюдается увеличение диаметра компактной части от 1,3 до 6 мм по



Рис. 2. Модельный очаг пожара ранга 233В (155 л бензина в поддоне диаметром 3 м): *а* — в начале тушения; *б* — через 1,5 мин после начала тушения

длине струи с образованием за счет взаимодействия с окружающим воздухом тонкораспыленного потока (далее — ТРП). Полное распыление компактной части достигается на расстоянии 3...4 м от ствола.

Изменение давления компактной части и доли тонкораспыленной части по длине круглой струи показано на рис. 4. Имеющиеся зависимости режима истечения можно использовать для наиболее эффективного воздействия на очаг пожара. Так, путем оперативного уменьшения дистанции меняют по-

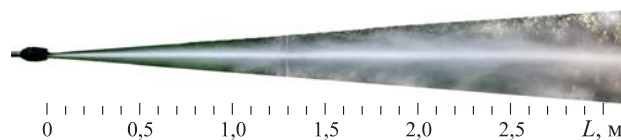


Рис. 3. Распыление компактной круглой струи по ее длине с формированием ТРП

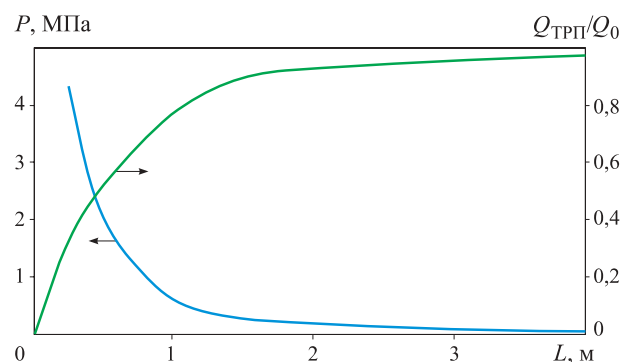


Рис. 4. Зависимости давления компактной части струи P на перпендикулярную плоскую преграду и доли тонкораспыленной части $Q_{\text{ТРП}}/Q_0$ от длины круглой струи L : $Q_{\text{ТРП}}$ — подача (расход) ТРП на расстоянии L от ствола; Q_0 — расход струи на выходе ствола

дачу ТРП на подачу компактной струи и, наоборот, путем увеличения расстояния переходят к распылению ОТВ.

При расстоянии от ствола менее 1 м за счет высокого давления обеспечивается проникающая способность ОТВ, что приводит к разрушению обугленной поверхности горящих твердых материалов и вымыванию их остатков.

На расстоянии 3 м и более от ствола давление компактной части струи существенно снижается и становится безопасным для человека. Соответственно, увеличивается доля тонкораспыленной части и площадь орошения, однако тонкораспыленный поток увлекает значительное количество воздуха, что может привести к усилению нежелательного воздухообмена в зоне горения.

Второй вариант истечения, в форме плоской струи, аналогично характеризуется наличием компактной части и переходом ее в тонкораспыленный поток (см. рис. 1 и 2). Отличие заключается в более коротком пути распыления (не более 2,0...2,5 м) и большей площади орошения ТРП (до 1 м в ширину за один проход).

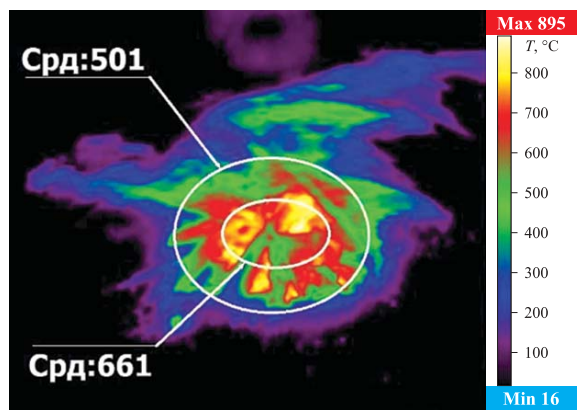
Характер воздействия плоской струи на очаг пожара, так же как и круглой, можно менять варьированием дистанции, с которой проводится распыление ОТВ.

При использовании указанных вариантов подачи ОТВ на эффективность тушения влияют следующие факторы: форма струи, направление подачи ОТВ и дистанция от ствола до очага пожара. Все эти

$t = 0:10:32$



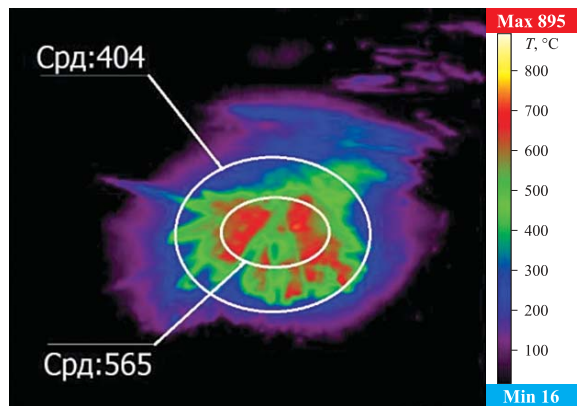
256



$t = 0:10:37$



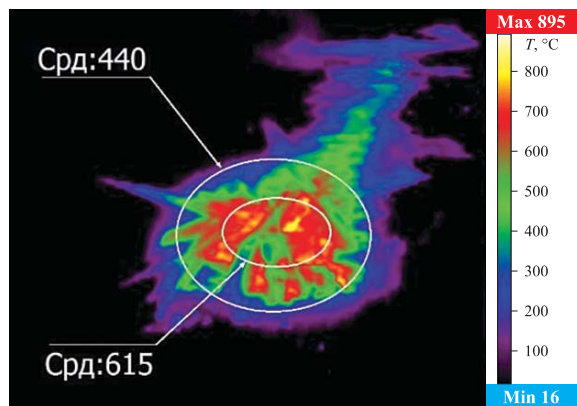
258



$t = 0:10:42$



260



$t = 0:11:35$



283

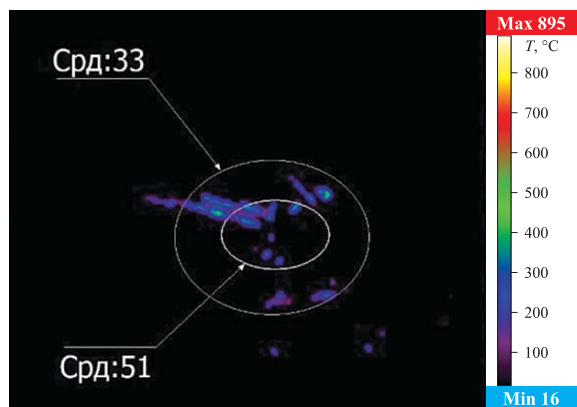


Рис. 5. Модельный очаг пожара (пример 1) в моменты времени t (ч:мин:с) (слева) и соответствующие термограммы 256, 258, 260 и 283 центральной и расширенной зон горения (справа) (на термограммах указаны средние температуры)

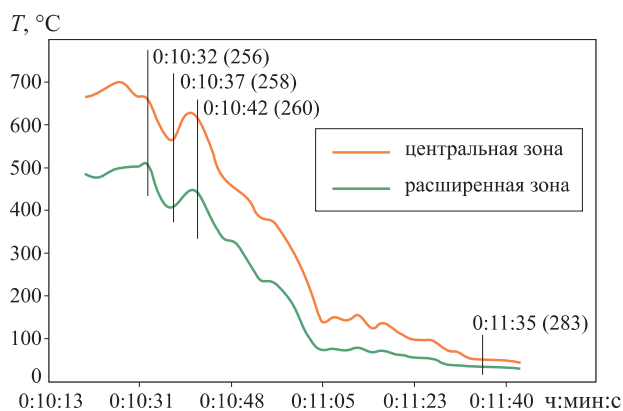


Рис. 6. Изменение средних температур центральной и расширенной зон горения модельного очага пожара по времени t (пример 1): вертикальные линии — моменты регистрации термограмм 256, 258, 260 и 283



Рис. 7. Действие тонкораспыленной водяной завесы на дистанции 3...4 м в момент $t = 0:09:25$ при тушении модельного очага пожара (пример 2)

факторы могут независимо друг от друга и оперативно меняться: первый — путем переключения режима подачи, второй и третий — за счет активного маневрирования, что и было реализовано в каждом опыте.

Термографический контроль процесса горения и тушения модельных очагов в настоящем исследовании осуществляли приборами “ИРТИС” [9], кото-

рые обеспечивают наблюдение в текущем времени с регистрацией термоизображений (термофильмов) и бесконтактное измерение температур до 1700 °C с погрешностью $\pm 1\%$ или $\pm 1\text{ °C}$ по всему полю зрения. Выбранные термографы нечувствительны к помехам и сохраняют достоверность данных, фиксируемых при высокой дымообразующей способности материалов очага пожара, так как работают в спектральном диапазоне инфракрасного излучения (3...5 мкм).

Термографирование опытов сопровождалось синхронной регистрацией видимого изображения с помощью цифровых камер. Отсчет времени t проводили от начала розжига, который осуществляли с применением нефтепродуктов (жидкостей для розжига) в течение 7...10 мин до достижения регистрируемых термографом локальных температур (температурных аномалий) выше 800 °C.

Полученные результаты представлены в трех примерах выборки кадров видеоряда и термограмм (рис. 5, 7, 8, 10, 11). Для количественной оценки дополненной реальности построены графики температур (рис. 6, 9, 12).

Пример 1. Контроль тушения модельного очага пожара осуществлялся по средней температуре в центральной зоне горения и по средней температуре в расширенной зоне (см. рис. 5 и 6). При тушении плоской струей с расстояния 3...4 м вначале удалось снизить средние температуры примерно на 100 °C (в интервале 0:10:32...0:10:37, термограммы 256 и 258). Затем вследствие раздувания очага воздухом, увлеченным ТРП, средние температуры вновь выросли на 40...50 °C (в интервале 0:10:37...0:10:42, термограммы 258 и 260). Важно, что эти изменения малозаметны на кадрах видеоряда, но четко фиксируются термографом. Уменьшение дистанции до 1...2 м и активное маневрирование стволом по-

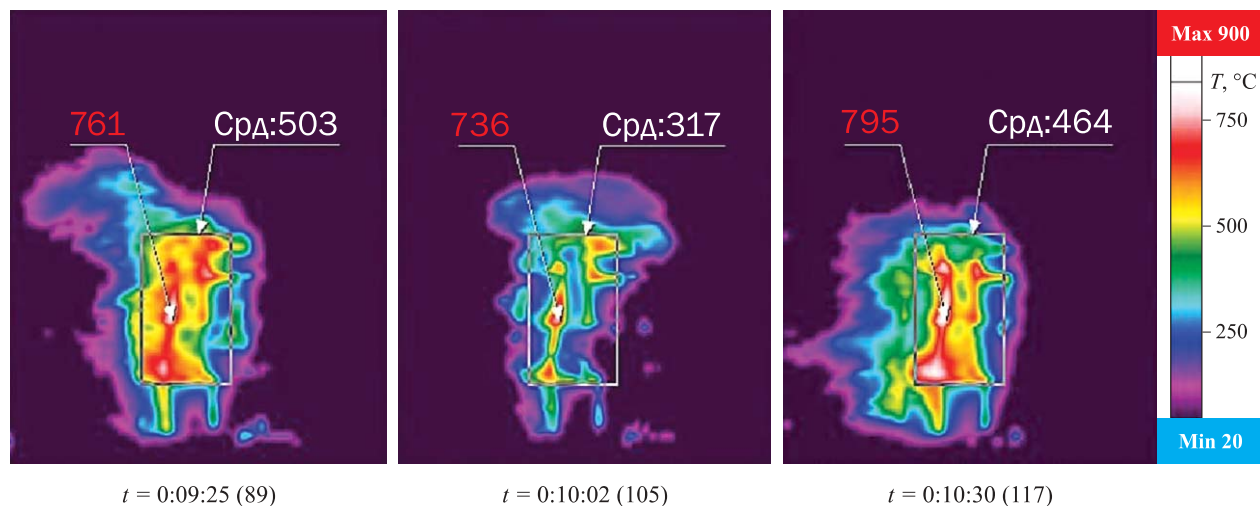


Рис. 8. Термограммы 89, 105 и 117 (пример 2) с указанием максимальных (выделены красным цветом) и средних температур в зоне горения в различные моменты t (ч:мин:с)

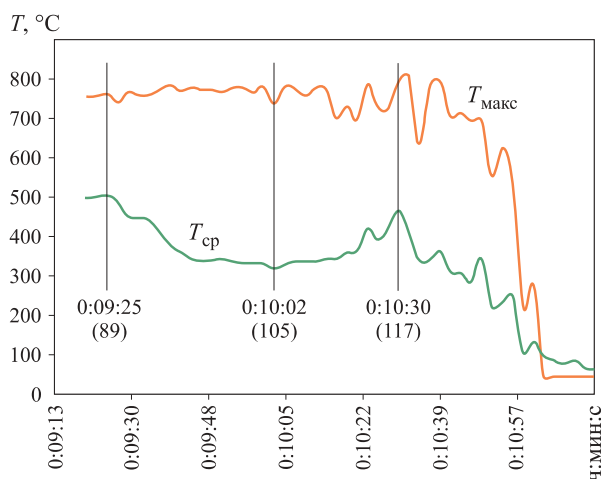


Рис. 9. Изменение максимальных и средних температур в зоне горения модельного очага пожара по времени t (пример 2): вертикальные линии — моменты регистрации термограмм 89, 105 и 117



Рис. 10. Действие тонкораспыленной водяной завесы на дистанции 1,5...2,0 м в момент $t = 0:10:47$ при тушении модельного очага пожара (пример 3)

зволили в дальнейшем за 53 с потушить модельный очаг уже без скачков температур (в интервале 0:10:42...0:11:35, термограммы 260 и 283). Следует также отметить, что отсутствие видимости на завершающей стадии (см. рис. 5, $t = 0:11:35$) полностью компенсировалось четким отображением состояния очага в поле зрения термографа (см. рис. 5, термограмма 283). Изменения средних температур в центральной и расширенной зонах горения проходили синхронно, поэтому эффективность тушения могла контролироваться по любой из этих температур.

Пример 2 демонстрирует особенности реакции модельного очага при начальной подаче ТРП (см. рис. 7–9), в частности несинхронное изменение температур. ТРП охлаждал часть модельного очага, и средняя температура $T_{ср}$ снижалась при естественных малых колебаниях максимальной температуры $T_{макс}$ (см. рис. 8 и 9, $t = 0:09:25...0:10:02$, термограммы 89 и 105). Дальнейшая подача ТРП сопровождалась даже ростом средней температуры (до момента $t = 0:10:30$, термограмма 117). Эффективный режим тушения был достигнут лишь на третьей стадии за счет уменьшения дистанции, активного маневрирования, необходимого переключения подачи ОТВ с плоской струи на круглую и пролива труднодоступных мест. В это время стали синхронными и изменения температур $T_{ср}$ и $T_{макс}$. Длительность завершения тушения от момента $t = 0:10:30$ не превысила 30 с.

Пример 3 показывает, что активное маневрирование стволом и смена режима подачи ОТВ позволяют добиться эффективного тушения за счет полной синхронизации воздействия как на всю зону

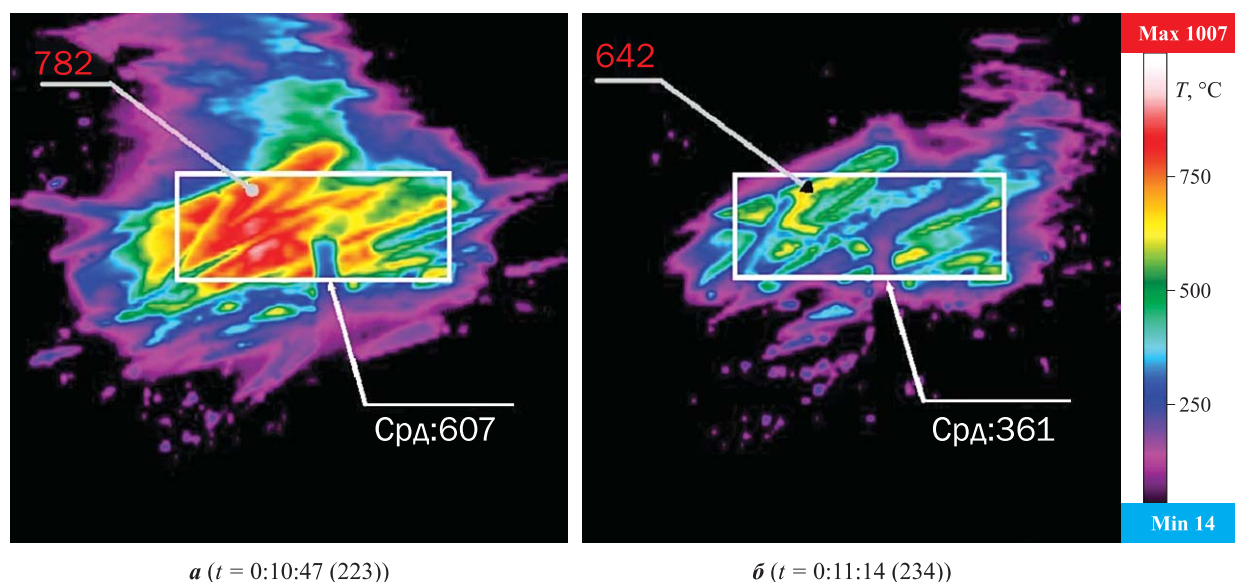


Рис. 11. Термограммы 223 и 234 с указанием максимальных (выделены красным цветом) и средних температур $T_{макс}$ и $T_{ср}$ в зоне горения в различные моменты времени t (ч:мин:с): а — при наличии видимости (см. рис. 10); б — при полном отсутствии видимости

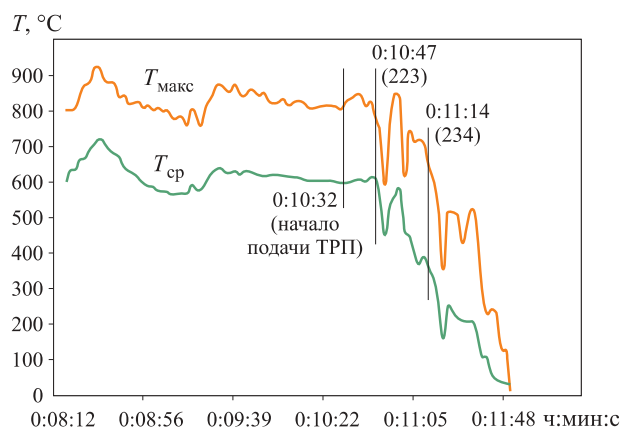


Рис. 12. Изменение максимальных и средних температур в зоне горения модельного очага пожара по времени t (пример 3): вертикальные линии — моменты регистрации температур в начале подачи ТРП и термограмм 223 и 234

Таблица 2. Оценка эффективности использования устройства “КЛИН”

Пример	Синхронизация изменения температур	Время подачи ОТВ, с		T_3/T
		на завершающей стадии T_3	общее T	
1	Полная	53	63	0,84
2	Частичная	30	95	0,31
3	Полная	65	80	0,81

горения, так и на участки наиболее интенсивного горения (см. рис. 10–12). В этом случае оценка дополненной реальности могла проводиться отдельно, как по температурной аномалии, так и по средней температуре, но объединение измерений $T_{\text{ср}}$ и $T_{\text{макс}}$ гарантировало эффективность самого контроля. Начало подачи ТРП было осуществлено с расстояния 3...4 м в момент времени $t_0 = 0:10:32$. Создание тонкораспыленной завесы привело к уменьшению теплового излучения в сторону ствольщика (что позволило ему приблизиться к очагу пожара), но вызвало в то же время раздувание пламени и рост температур $T_{\text{ср}}$ и $T_{\text{макс}}$. Снижение температур началось только после уменьшения дистанции с момента времени $t = 0:10:47$ и воздействия на зоны температурных аномалий компактной струи. В результа-

те действия плоской струи по поверхности и круглой струи по труднодоступным участкам длительность тушения модельного очага составила примерно 80 с. Следует отметить, что на стадии тушения из-за дыма и парообразования имела место полная потеря видимости, т. е. ориентирование могло осуществляться только по тепловому изображению.

Поскольку во всех опытах тушение проводилось при одинаковом максимальном расходе (0,22 л/с) и практически непрерывной подаче ОТВ, по соотношению времени завершающей стадии и общего времени тушения можно было ориентировочно оценить эффективность использования устройства. Данные, приведенные в табл. 2, подтверждают, что синхронизация снижения температур при инструментальном контроле в примерах 1 и 3 позволила добиться лучших показателей, чем в примере 2 при меньшей синхронизации.

Выводы и рекомендации

1. Испытаниями установлено, что эффективность применения пожарной техники может быть существенно повышена в результате применения тактического термографирования.

2. Наблюдение процесса тушения модельных очагов пожара в инфракрасном диапазоне позволило обеспечить ориентацию и целеуказание, в том числе при полном отсутствии видимости.

3. Установлено, что инструментальный контроль температурных аномалий и средних температур делает доступным синхронизацию изменения температур в зоне горения и адаптацию приемов тушения для нестандартных очагов пожара.

4. В качестве функций цели при тушении пожара устройством “КЛИН” намечено первоочередное действие тонкораспыленной завесы для снижения теплового излучения и уменьшения дистанции, а также последующее подавление температурных аномалий компактной высокоскоростной подачей ОТВ.

5. С целью выявления потенциала пожарной техники и отработки эффективных приемов практический интерес представляет разработка стандарта тактического термографирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников В. С., Хасанов И. Р., Кириллов С. В., Васильев В. Г., Ванин С. А., Щербаков М. И., Гарсков Р. В. Термографирование при огневых испытаниях фрагментов зданий и строительных конструкций // Пожарная безопасность. — 2015. — № 3. — С. 83–90.
2. Мельников В. С., Кириллов С. В., Васильев В. Г., Ванин С. А., Мельников М. В. Повреждение теплоизоляционных материалов тепловым излучением // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. — 2016. — Вып. 1(65). — 10 с. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-1/21-01-16.ttb.pdf> (дата обращения: 05.01.2017).

3. ГОСТ Р 56076–2014. Конструкции строительные. Конструкции из панелей с металлическими обшивками. Методы испытаний на огнестойкость и пожарную опасность. — Введ. 01.01.2015. — М. : ФГУП Стандартинформ, 2014. — 44 с.
4. Loboda E. L., Matvienko O. V., Vavilov V. P., Reyno V. V. Infrared thermographic evaluation of flame turbulence scale // *Infrared Physics & Technology*. — 2015. — Vol. 72. — P. 1–7. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.07.001.
5. Andy J. Starnes. Introduction to tactical thermal imaging // FDIC International 2016. URL: <http://www.fdic.com/articles/2016/11/andy-j-starnes-introduction-to-tactical-thermal-imaging.html> (дата обращения: 05.01.2017).
6. Пат. 146852 Российская Федерация, МПК А62С 27/00 (2006.01). Надстройка малогабаритного транспортного средства, приспособленного для тушения пожара / Мельников В. С. — № 2013141281/12; заявл. 10.09.2013; опубл. 20.10.2014, Бюл. № 29. URL: http://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_servlet?DB=RUPM&rn=2154&DocNumber=146852&TypeFile=html (дата обращения: 05.01.2017).
7. ГОСТ Р 53291–2009. Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования. Методы испытаний. — Введ. 01.01.2010. — М. : Стандартинформ, 2009.
8. ГОСТ Р 51017–2009. Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытаний. — Введ. 01.01.2010. — М. : Стандартинформ, 2009.
9. Официальный сайт ИРТИС. URL: <http://www.irtis.ru/> (дата обращения: 05.01.2017).

Материал поступил в редакцию 9 января 2017 г.

Для цитирования: Мельников В. С., Кириллов С. В., Мельников М. В., Щербаков М. И., Гарсков Р. В. Тактическое термографирование процесса тушения пожара устройством высокоскоростной подачи огнетушащего вещества // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2017. — Т. 26, № 3. — С. 51–59. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.03.51–59.

English

TACTICAL THERMOGRAPHY OF FIRE EXTINGUISHING PROCESS BY THE DEVICE USING HIGH SPEED FLOW OF FIRE EXTINGUISHING AGENT

MELNIKOV V. S., Candidate of Technical Sciences, Deputy Director General, International Fire Center Ltd. (Kolomenskiy Proezd, 14, Moscow, 115446, Russian Federation; e-mail: melnikov@firecenter.ru)

KIRILLOV S. V., Leading Specialist, International Fire Center Ltd. (Kolomenskiy Proezd, 14, Moscow, 115446, Russian Federation; e-mail: sv@firecenter.ru)

MELNIKOV M. V., Specialist, International Fire Center Ltd. (Kolomenskiy Proezd, 14, Moscow, 115446, Russian Federation)

SHCHERBAKOV M. I., Director General, IRTIS Ltd. (Nizhnyaya Syromyatnicheskaya St., 11, build. 2, Moscow, 105120, Russian Federation; e-mail: info@irtis.ru)

GARSKOV R. V., Engineer, IRTIS Ltd. (Nizhnyaya Syromyatnicheskaya St., 11, build. 2, Moscow, 105120, Russian Federation; e-mail: info@irtis.ru)

ABSTRACT

Positive experience of fire tests thermography is proposed to be extended over testing of fire equipment when the application tactics of fire extinguishing devices is primarily important because of the limited mass and flow rate of fire extinguishing substances, and inappropriate use of technical opportunities which may result in low efficiency of fire extinguishing.

As tools of objective control “IRTIS” thermographs were used which are insensitive to interferences and maintain the accuracy of data recorded with high smoke-forming ability of the materials of fire.

Means of augmented reality applied to control testing of fire equipment to extinguish fire models. It is shown that observations in the spectral range of infrared radiation of 3...5 μm ensured orientation and targeting in the complete absence of visibility. The corresponding thermograms revealed changes in the combustion process due to the flow of extinguishing agent in the form finely sprayed flow and compact jet. Evaluation of fire extinguishing dynamics was done based upon the results of registered temperature anomalies and average temperatures of the central as well as extended zones of combustion. It was established that instrumental control makes available the synchronization of the suppression of the combustion process, adaptation of techniques and provides a significant increase in the efficiency of fire extinguishing. Based on the thermography data, recommendations were developed for the device using high speed flow of fire extinguishing agent "KLIN".

Objective functions to combine tactical thermography with the use of the tested device are outlined. They include: priority for further action of finely dispersed curtain to reduce controlled thermal radiation and to allow reduction of the distance and following close action with the suppression of controlled temperature anomalies of the compact high-speed supply of fire extinguishing substances at the final stage of extinguishing the fire.

It is noted that extinguishing of standard fire models is possible after one or two exercises because uniformity of burning allows to quickly identify necessary and sufficient techniques. More complex scenarios which are close to reality, take place when fighting non-standard fires, which are different from the standard ones by random distribution of zones of different intensity of combustion and random distribution of the closed areas, difficult to reach for the extinguishing substance. Extinguishing of these fires require adaptive use of fire equipment, that's why thermographic control of the burn is recommended in non-standard conditions.

Keywords: augmented reality; thermography; thermal imaging; fire tactics; extinguishing devices.

REFERENCES

1. Melnikov V. S., Khasanov I. R., Kirillov S. V., Vasilyev V. G., Vanin S. A., Shcherbakov M. I., Garskov R. V. Thermography of building elements and building structures during fire tests. *Pozharnaya bezopasnost (Fire Safety)*, 2015, no. 3, pp. 83–90 (in Russian).
2. Melnikov V. S., Kirillov S. V., Vasilyev V. G., Vanin S. A., Melnikov M. V. Damaging of heat insulating materials by thermal radiation. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti. Internet-zhurnal (Technology of Technosphere Safety. Internet-Journal)*, 2016, issue 1(65). 10 p. (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-1/21-01-16.ttb.pdf> (Accessed 5 January 2017).
3. National standard of Russian Federation 56076–2014. Building structures. Construction from double skin metal faced insulating panels. Fire resistance and fire hazard test methods. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 44 p. (in Russian).
4. Loboda E. L., Matvienko O. V., Vavilov V. P., Reyno V. V. Infrared thermographic evaluation of flame turbulence scale. *Infrared Physics & Technology*, 2015, vol. 72, pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.infrared.2015.07.001.
5. Andy J. Starnes. Introduction to tactical thermal imaging. *FDIC International 2016*. Available at: <http://www.fdic.com/articles/2016/11/andy-j-starnes-introduction-to-tactical-thermal-imaging.html> (Accessed 5 January 2017).
6. Melnikov V. S. *Small size vehicle superstructure, designed for fire extinguishing*. Patent RU, no. 146852, publ. date 20.10.2014, Bull. no. 29 (in Russian). Available at: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPM&rn=2154&DocNumber=146852&TypeFile=html (Accessed 5 January 2017).
7. National standard of Russian Federation 53291–2009. Portable and movable devices of fire extinguishing with high-velocity submission of fire quenching matters. General technical requirements. Test methods. Moscow, Standartinform Publ., 2009 (in Russian).
8. National standard of Russian Federation 51017–2009. Fire engineering. Wheeled fire extinguishers. General technical requirements. Test methods. Moscow, Standartinform Publ., 2009 (in Russian).
9. Official site of IRTIS Ltd. Available at: <http://www.irtis.ru/> (Accessed 5 January 2017).

For citation: Melnikov V. S., Kirillov S. V., Melnikov M. V., Shcherbakov M. I., Garskov R. V. Tactical thermography of fire extinguishing process by the device using high speed flow of fire extinguishing agent. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 3, pp. 51–59. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.03.51-59.