

3-2013

ПОЖ Издательство
НАУКА

ПОЖАРОВЗРЫВО-

БЕЗОПАСНОСТЬ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0869-7493

ПАССИВНАЯ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ
ЗАЩИТА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
КУПОЛОВ ЦЕРКВЕЙ



КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

пожарная • промышленная • производственная • экологическая

MosBuild



АРХИТЕКТУРА • СТРОИТЕЛЬСТВО • ДИЗАЙН • ДЕКОР

2 – 5 АПРЕЛЯ 2013
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

**BUILDING
& INTERIORS**

Строительство • Интерьер

2 – 5 АПРЕЛЯ 2013
ВВЦ

FENESTRATION

Окна • Фасады
Ворота • Автоматика

16 – 19 АПРЕЛЯ 2013
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

CERSANEX

Керамика • Камень
Сантехника

Реклама

Официальный
информационный партнер:



Официальный
медиа-партнер:



Стратегический
Интернет-партнер:



При поддержке:

Коммерсантъ



Одобрено:



Выставочный
аудит:



Наша идеология:



www.mosbuild.com





РЕКЛАМА

Атака на огонь

Поиск и спасение

Определение очагов возгорания

Владение ситуацией

FLIR серии K: портативные тепловизионные камеры для противопожарных подразделений

Каждому пожарному знакома такая ситуация: ты на пути к пожару, задача понятна, проверяешь снаряжение. Как только прибываешь на место, нужно приниматься за работу – атаковать пылающий огонь.

В этот момент ты полагаешься только на своих товарищей и на снаряжение.

В этот момент ты можешь рассчитывать на тепловизионную камеру **FLIR серии K**, которая защитит твою жизнь и поможет тебе спасти жизни других людей.

Тепловизоры **FLIR серии K** специально разработаны для решения самых важных задач при тушении пожаров.



Доступная цена: тепловизор в каждый пожарный автомобиль



Прочные и надежные, выдерживают падение с высоты 2 м



Четкие ИК-изображения



Легко пользоваться, даже в перчатках



Создание простых отчетов в камере



* После регистрации изделия на сайте www.flir.com

FLIR Commercial Systems
e-mail: flir@flir.com

www.flir.com

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

НОВОСТИ, КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ

NEWS, CONFERENCES, EXHIBITIONS

Форум "Технологии безопасности–2013":
Передовые тренды. Профессиональная аудитория.
Интенсивная деловая программа. Максимальная
эффективность для посетителей и участников
Дан старт реализации федеральной целевой программы
"Пожарная безопасность в Российской Федерации
на период до 2017 года"

Security and Safety Technologies–2013:
Trending Topics. Professional Audience.
Intensive Business Program. Highest Effectiveness
for Visitors and Exhibitors
Federal Target Program "Fire Safety
in Russian Federation for the Period Up to 2017"
Is Launched

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

GENERAL QUESTIONS OF FIRE SAFETY

КЛИМУШИН Н. Г.
Самый грандиозный пожар XX столетия

KLIMUSHIN N. G.
The Greatest Fire of XX Century

ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

COMBUSTION AND EXPLOSION PROCESSES

ЗАХАРЕВИЧ А. В., ОГОРОДНИКОВ В. Н.
Условия и характеристики возгорания
измельченных углей при локальном нагреве

ZAKHAREVICH A. V., OGORODNIKOV V. N.
Conditions and Characteristics of Shredded Coal Ignition
with Local Heating

ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

FIRE-AND-EXPLOSION HAZARD OF SUBSTANCES AND MATERIALS

АЛЕКСЕЕВ С. Г., ПИЩАЛЬНИКОВ А. В.,
БАРБИН Н. М., ЛЕВКОВЕЦ И. А.
Влияние внешних условий хранения водки
на ее показатели пожаровзрывоопасности

ALEXEEV S. G., PISHCHALNIKOV A. V.,
BARBIN N. M., LEVKOVETS I. A.
Influence of External Storage Conditions of Vodka
on its Fire and Explosive Hazard Characteristics

ОГНЕЗАЩИТА

FIRE RETARDANCE

ЖАРТОВСКИЙ В. М., НИЖНИК В. В.,
ЖАРТОВСКИЙ С. В., ДОБРОСТАН А. В.
Пассивная противопожарная защита деревянных
конструкций куполов церквей с применением
пропиточных составов

ZHARTOVSKIY V. M., NIZHNIK V. V.,
ZHARTOVSKIY S. V., DOBROSTAN A. V.
Passive Fire Protection of Wooden Constructions
of Churches Domes with Application of Impregnating
Compounds

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

FIRE-AND-EXPLOSION SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND EQUIPMENT

КОЛЕСНИКОВ Е. Ю.
О модельной неопределенности пожарного риска
наземного резервуара с бензином

KOLESNIKOV Ye. Yu.
On Model Uncertainty of Fire Risk of Ground Tank
with Gasoline

БЕЗОПАСНОСТЬ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ

FIRE SAFETY OF PEOPLE

ХОЛЩЕВНИКОВ В. В., САМОШИН Д. А., ИСТРАТОВ Р. Н.
Исследование проблем обеспечения пожарной
безопасности людей с нарушением зрения, слуха
и опорно-двигательного аппарата

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., SAMOSHIN D. A., ISTRATOV R. N.
The Study of Fire Safety Provision for People
with Seeing, Hearing and
Moving Disabilities

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

MEANS AND WAYS OF FIRE EXTINGUISHING

МЕРКУЛОВ В. А., КУЗЬМЕНКО К. П., КИРСАНОВ А. И.
Тушение диоксидом углерода пожаров в вертикальных
стальных резервуарах с нефтью и нефтепродуктами
ДИНЬ КОНГ ХЫНГ, КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., ОХРОМЕНКО А. С.
Пожаротушение тонкораспыленной водой
в отсеках высотного здания

MERKULOV V. A., KUZMENKO K. P., KIRSANOV A. I.
Carbon Dioxide Extinguishing of Fire in Vertical Steel Tanks with
Oil and Oil Products
DINH CONG HUNG, KOROLCHENKO A. Ya., OKHROMENKO A. S.
The Influence of Water Mist Fire-Extinguishing in Case
of Fire in High-Rise Building

ДИСКУССИИ

DISCUSSION

ДУБИНИН М. П., АФАНАСЬЕВ Н. В., ЖУКОВ В. В.
Развитие института независимой оценки
пожарного риска
ТАРАНЦЕВ А. А.
Методы расчетной оценки динамики пожаров
в помещениях

DUBININ M. P., AFANASYEV N. V., ZHUKOV V. V.
The Development of a Draft Concept of Independent
Assessment of Fire Risk
TARANTSEV A. A.
Estimation Methods Of Fire Dynamics
In Premises

ВОПРОС – ОТВЕТ

QUESTION – ANSWER

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК России для публикации трудов соискателей ученых степеней, в Реферативный журнал и базы данных ВИНТИ РАН, в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям "Ulrich's Periodicals Directory". Перепечатка материалов журнала "Пожаровзрывобезопасность" только по согласованию с редакцией. При цитировании ссылка обязательна. Авторы и рекламодатели несут ответственность за содержание представленных в редакцию материалов и публикацию их в открытой печати. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов опубликованных материалов.



Форум "Технологии безопасности-2013"



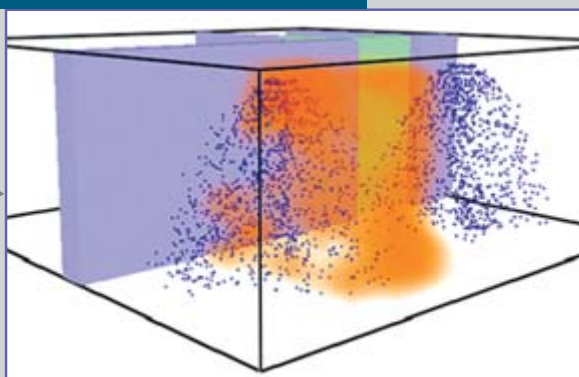
Старт реализации федеральной целевой программы



Пассивная противопожарная защита куполов церквей



Тушение пожаров в резервуарах с нефтью



Пожаротушение ТРВ в отсеках высотного здания

ПОЖНАУКА ПОЖАРОВЗРЫВО- БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



ISSN 0869-7493

Том 22, № 3, 2013

Председатель Редакционного совета:

Корольченко А. Я.

д. т. н., профессор, академик МАНЭБ (Россия)

Зам. председателя Редакционного совета:

Мольков В. В.

д. т. н., профессор (Великобритания)

Редакционный совет:

Баратов А. Н.

д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ, заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Барбин Н. М.

д. т. н., профессор (Россия)

Брушлинский Н. Н.

д. т. н., профессор, академик РАЕН, заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Кирюханцев Е. Е.

к. т. н., профессор (Россия)

Корольченко Д. А.

к. т. н. (Россия)

Лейбман М. Е.

заслуженный строитель России, генерал-полковник запаса (Россия)

Меркулов В. А.

к. т. н. (Россия)

Мишуев А. В.

д. т. н., профессор, академик РАЕН (Россия)

Ройтман В. М.

д. т. н., профессор, академик НАНПБ и ВАНКБ (Россия)

Сенин Н. И.

к. т. н., профессор (Россия)

Серков Б. Б.

д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ (Россия)

Пузач С. В.

д. т. н., профессор, член-корреспондент НАНПБ (Россия)

Теличенко В. И.

д. т. н., профессор (Россия)

Топольский Н. Г.

д. т. н., профессор, академик РАЕН и НАНПБ, заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Тычино Н. А.

д. т. н., член-корреспондент МАНЭБ (Белоруссия)

Холщевников В. В.

д. т. н., профессор, академик и почетный член РАЕН, заслуженный работник высшей школы РФ (Россия)

Шебеко Ю. Н.

д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ (Россия)

Шилдс Т. Дж.

профессор (Великобритания)

Учредитель — ООО "Издательство "Пожнаука"

Тел./факс: (495) 228-09-03, (495) 735-28-03, (495) 737-65-74, 8-909-940-63-94.

121352, г. Москва, а/я 43.

E-mail: info@fire-smi.ru, mail@firepress.ru,

www.fire-smi.ru, www.firepress.ru.

Подписано в печать 15.03.13.

Формат 60×84 1/8. Тираж 5000 экз.

Бумага мелованная матовая. Печать офсетная.

Отпечатано в типографии "ГранПри", г. Рыбинск.

Стр. 63

Стр. 4

Стр. 6

Стр. 31

Стр. 58

ТБ ФОРУМ®

Международный
Технологии Безопасности

**Передовые тренды.
Профессиональная аудитория.
Интенсивная деловая программа.
Максимальная эффективность
для посетителей и участников**

12–15 февраля в Москве инновационные вендоры и покупатели встретились на важнейшем событии индустрии безопасности — XVIII Международном форуме “Технологии безопасности–2013”.

- 257 российских и зарубежных компаний, отечественных государственных предприятий и организаций представили продукцию, системы и услуги на стендах, в демонстрационных и презентационных зонах.
- 52 государства делегировали на Форум участников и посетителей.
- 73 субъекта Российской Федерации сформировали делегации для посещения Форума.
- Более 150 часов конференций и семинаров составили деловую программу Форума.

ТБ Форум 2013 представил передовые тренды года. На главной технологической витрине отрасли безопасности внимание госзаказчиков и покупателей из регионов России, государств — участников СНГ и многих стран мира привлекли новейшие разработки российских и зарубежных инноваторов.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

В торжественной церемонии открытия Форума приняли участие:

- Виктор Озеров — председатель оргкомитета Форума, председатель Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности;
- Юрий Воробьев — заместитель председателя Совета Федерации РФ;
- Андрей Новиков — руководитель Антитеррористического центра государств — участников СНГ;
- Александр Старовойтов — председатель оргкомитета конференции “Терроризм и безопасность на транспорте”, заместитель председателя Комитета Государственной Думы по транспорту;



Александр Старовойтов, Виктор Озеров, Олег Бочкарев, Юрий Воробьев осматривают экспозицию Форума

- Николай Ковалев — председатель Оргкомитета Всероссийского совещания Негосударственной сферы безопасности, член Комитета Государственной Думы по безопасности и противодействию коррупции;
- Олег Бочкарев — заместитель председателя Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации;
- Андрей Мирошкин — генеральный директор компании “Гротек”;
- Сергей Прадедов — заместитель вице-президента по безопасности ОАО “МТС” (партнер Форума).

Беспрецедентная активность федеральных и региональных органов власти в подготовке деловой программы позволила включить в расписание мероприятий самые актуальные темы и пригласить лучших экспертов.

Официально ТБ Форум 2013 поддержали Сергей Иванов (руководитель Администрации Президента РФ), Дмитрий Рогозин (заместитель Председателя Правительства РФ), Валентина Матвиенко (председатель Совета Федерации РФ), Виктор Озеров (председатель Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности), Евгений Москвичев (председатель Комитета Государственной Думы по транспорту), Александр Старовойтов (заместитель председателя Комитета Государственной Думы по транспорту, председатель подкомитета Государственной Думы по транспортной безопасности), Максим Соколов (министр транспорта РФ), Владимир Муратов (заместитель начальника Московского метрополитена) и др.

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преуспевающие инновационные компании представили заказчикам передовые разработки. В рамках мастер-классов, презентаций и практикумов эксперты ответили на вопросы регуляторов, профильных специалистов, руководителей предприятий, ответственных за обеспечение безопасности на объектах инфраструктуры.

Крупнейшие вендоры представили новые передовые технологии, обзоры продуктовых линеек 2013, отчеты о внедрениях, лучшие торговые предложения и деловые условия на 2013 г. по шести направлениям:

- CCTV. СКУД. Интеграция
- Пожарная безопасность
- ОПС. Защита периметра



Мероприятия по актуальным темам собрали полные залы

- Безопасность на транспорте
- Безопасность объектов ТЭК
- Защита информации и связи

Посетители Форума смогли увидеть совершенно уникальные продукты и решения на:

- коллективных экспозициях лицензиатов ФСБ и ФСТЭК России;
- стендах Минтранса, Мосгортранса и МВД России;
- коллективной экспозиции “Инновации для безопасности ТЭК России”;
- стендах ведущих российских вузов — МГТУ им. Баумана, МИРЭА, МГСУ и МАИ;
- экспозиции передовых систем и средств пожаротушения.

Партнерами и спонсорами Форума выступили:

- ОАО “Мобильные телесистемы” (МТС);
- ООО “Газинформсервис”;
- MICRODIGITAL Inc.;
- “БайтЭрг”.

Спонсорами секций конференции “Терроризм и безопасность на транспорте” стали:

- ЗАО “Компания Безопасность”;
- ООО “Морской терминал Тамань”;
- ООО “М2М телематика”.

ПРЕМИЯ ТБ ФОРУМА

Лучшие продукты и решения были отмечены премией Форума, что позволило выделить ключевые новинки начала 2013 г. для удобства покупателей.

Дипломы и именные золотые медали за лучшие продукты, инновационные разработки и технологии получили: ФСБ России, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Московский государственный строительный университет ФГБОУ ВПО НИУ, Центр современных технологий безопасности информации (ЦСТБИ), НПП “Рубин”, НИКИРЭТ, “МИККОМ-ИСБ”, “ДЕАН”, ФГУП СНПО “Элерон”, Консорциум “Интегра-С”, “Техносерв”, Группа компаний “Интегрированная Безопасность”, “Нордавинд”, Kraftway, ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга, STT GROUP (ООО “ИКМЦ-1” и ЗАО “Группа Защиты – ЮТТА”), фирма “Юмирс”, “Технологии распознавания”, Концерн “Системпром”, Московский авиационный институт.

ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИСТЫ

Представители крупнейших корпоративных и государственных заказчиков приняли участие в Форуме:

- администрации: Санкт-Петербурга, Красноярска, Тюмени, Южно-Сахалинска, Казани, Костромы, Рязани, Йошкар-Олы, Астрахани, Перми, Новосибирска;
- руководители и специалисты компаний: FESCO, OBI, S7 Airlines, X5 Retail Group, АвтоВАЗ, “Алмаз-Антей”, “Алроса”, Альфа-банк, “АльфаСтрахование”, Аптечная сеть “36,6”, “Атомэнергомаш”, АФК “Система”, “Ашан”, Аэрофлот, “Возрождение”, ВТБ 24, “Вымпелком”, “Газпром”, “Автотор”, “О’Кей”, “Евросеть”, Ингосстрах, “Интер”, РАО “ЕЭС”, КамАЗ, “Кока-Кола”, КредитЕвропаБанк, “Кремлевский”, “КРОК”, “ЛУКОЙЛ”, “М. Видео”, МВД России, “МегаФон”, Меткомбанк, “МЕТРО Кэш энд Керри”, Метрострой, Мосгортранс, Московская теплосетевая компания, Московский метрополитен, МРСК, МТС, Новоліпецкий металлургический комбинат, Новороссийский морской торговый порт, “Норильский никель”, Первый Чешско-Российский банк, РЖД, Росгосстрах, Росморречфлот, “Роснефть”, РОСНО, “Росэнергоатом”, “Русгидро”, банк “Русский стандарт”, “Русснефть”, Сбербанк России, “СИА Интернейшнл”, “Сургутнефтегаз”, “Трансаэро”, “Транснефть”, Уралвагонзавод, “Уралсиб”, “Фольксваген Груп”, “Фосагро”, ФСБ России, ЭНЕРГОТРАНСБАНК и др.



Евгений Андрианов (НПЦ “Омега-микродизайн”) показывает новинки покупателю



ТБ Форум славится представлением передовых российских разработок



Лучшие продукты и решения отмечены ТБ премией

МЧС РОССИИ

информирует



ДАН СТАРТ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ “ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2017 ГОДА”



В 2012 г. завершилась реализация федеральной целевой программы “Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2012 года”. Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2012 г. № 1481 утверждена новая федеральная целевая программа “Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2017 года”. Об итогах реализации завершившейся программы и о целях недавно принятой — в нашем материале.

29 января 2013 г. в пресс-центре МЧС России состоялась пресс-конференция по вопросам реализации федеральной целевой программы “Пожарная безопасность в Российской Федерации до 2017 года”, в которой приняли участие представители департаментов, управлений, научно-исследовательских учреждений МЧС России и Федерального агентства лесного хозяйства.

Благодаря выполнению предусмотренных Программой мероприятий удалось достичь положительной динамики в обстановке с пожарами. Начальник Управления организации программно-целевого планирования МЧС России **Александр Махлаев** отметил: “Количество пожаров уменьшилось на 25,7 %; число погибших и травмированных при пожарах людей снизилось на 22,6 %; экономический ущерб от пожаров сократился на 50,3 %; количество населенных пунктов, в которых обеспечивается требуемый уровень пожарной безопасности, увеличилось на 77,4 % относительно базового показателя 2006 года. Социально-экономическая эффективность за период реализации программы составила 342,6 млрд. рублей”.

В планировании федеральной целевой программы “Пожарная безопасность в Российской Федерации до 2017 года” был учтен положительный опыт реализации предыдущей. Основной целью новой Программы является качественное повышение уровня защищенности населения и объектов экономики от пожаров. Александр Махлаев уточнил, что

“данная работа предусматривает несколько основных направлений, среди них:

- формирование инфраструктуры добровольной пожарной охраны для защиты труднодоступных и удаленных населенных пунктов;
- строительство многофункциональных пожарных депо и испытательных пожарных лабораторий;
- разработка и внедрение новых образцов пожарной техники, робототехнических средств, средств мониторинга, экипировки, снаряжения пожарных;
- внедрение новых эффективных технологий профилактики и тушения пожаров, в том числе с использованием робототехники, средств связи и мониторинга;
- совершенствование научно-экспериментальной и учебно-материальной базы учреждений подготовки профессиональных и добровольных пожарно-спасательных подразделений;
- разработка и внедрение технических и организационных мероприятий в области обеспечения пожарной безопасности;
- оптимизация финансовых и материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и организаций, направляемых на решение проблем пожарной безопасности, а также другие задачи”.

Федеральная целевая программа “Пожарная безопасность в Российской Федерации до 2017 года”



будет реализована в течение 5 лет в два этапа: первый — 2013—2014 гг., второй — 2015—2017 гг. В рамках Программы будет сделан упор на реконструкцию инфраструктуры федеральной противопожарной службы, учебных заведений, оснащение пожарных депо современным оборудованием, внедрение новой техники, разработанной в соответствии с Программой до 2012 г., а также будут продолжены мероприятия по развитию института добровольной пожарной охраны.

Общий объем финансирования новой Программы планируется на уровне 204 млрд. руб.:

- за счет средств федерального бюджета — 35,8 млрд. руб.;
- за счет бюджетов субъектов Российской Федерации — 112,7 млрд. руб.;
- за счет внебюджетных источников — 55,5 млрд. руб.

В разработке Программы приняли участие более 300 организаций. “Так, совместно с Федеральным агентством лесного хозяйства, являющимся одним из заказчиков данной Программы, были предусмотрены мероприятия по совершенствованию мониторинга лесопожарной обстановки; разработан проект изолирования территорий и другие мероприятия, которые позволят уменьшить количество лесных пожаров, выявлять пожары на малых площадях”, — отметил начальник Управления охраны и защиты лесов Федерального агентства лесного хозяйства **Андрей Грибенников**.

“Немалая роль в данной Программе отведена прогнозированию и мониторингу чрезвычайных ситуаций, разработке новых образцов техники и огнетушащих средств. Положительные результаты Программы на период до 2012 года достигнуты, в том числе благодаря использованию разработок Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России. Данная работа будет продолжена также в рамках новой

Программы”, — заверил **Виктор Клишкин**, начальник института.

Предполагается, что в результате выполнения этой Программы в 2017 г. количество погибших при пожарах людей не будет превышать 8,7 тыс. чел., а травмированных — 9,7 тыс. чел. Сокращение числа погибших и получивших травмы людей при пожарах к 2017 г. по сравнению с 2011 г. составит соответственно 27,5 и 21,8 %. Сокращение количества пожаров ожидается не менее чем на 8,8 %, а снижение экономического ущерба — на 25,5 %. Прогнозируется увеличение числа спасенных на пожарах людей на 20,2 %.

По итогам реализации федеральной целевой программы “Пожарная безопасность в Российской Федерации до 2017 года” планируется снизить количество пожарных рисков и приблизиться по данному показателю к уровню развитых стран мирового сообщества; возродить добровольную пожарную охрану; усовершенствовать материально-техническую базу различных видов пожарной охраны; создать эффективную систему обеспечения пожарной безопасности объектов, имеющих международный статус, социально-значимых объектов, особенно с массовым пребыванием людей; сократить в 1,2 раза количество пожаров на объектах с высоким уровнем пожарной опасности. Планируется также достичь снижения основных показателей обстановки с пожарами и увеличения количества спасаемых при пожарах людей.

По прогнозам общий экономический эффект от реализации новой Программы, определяемый как разность между предотвращенным социально-экономическим ущербом и затратами на Программу, составит 132,5 млрд. руб.

**Материал подготовлен при содействии
Управления информации МЧС России**

XII межрегиональная специализированная выставка

ЭНЕРГЕТИКА ДВ РЕГИОНА – 2013 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Производство • Транспортировка
Альтернатива • ЖКХ

Тел./факс: (4212) 56-76-14 E-mail: pte@khabexpo.ru

ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКИЙ МАНЕЖ СТАДИОНА ИМ. В.И. ЛЕНИНА

IV специализированная выставка

АВТОМАТИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СВЯЗЬ – 2013

Системы автоматизации, связи
и безопасности • IT-технологии

Тел./факс: (4212) 56-76-50, E-mail: dvhim@khabexpo.ru; comp@khabexpo.ru



Н. Г. КЛИМУШИН, независимый консультант
(Россия, г. Москва; e-mail: n.klimushin@mail.ru)

УДК 614.841.33

САМЫЙ ГРАНДИОЗНЫЙ ПОЖАР XX СТОЛЕТИЯ

Отмечено, что катастрофические пожары в производственных зданиях, построенных в металлических конструкциях со сгораемым утеплителем, произошли во многих странах в последней трети XX века. Показано, что причины загорания были разные, но итог один и тот же — почти полное разрушение здания от огня. Установлено, что в причинах этих пожаров прослеживаются и недостатки противопожарного нормирования.

Ключевые слова: катастрофические пожары; легкие металлические конструкции с горючим утеплителем; противопожарное нормирование.

Пожар, о котором пойдет речь, произошел 14 апреля 1993 г. в АО «КамАЗ» (г. Набережные Челны). В результате на заводе двигателей сгорел корпус площадью 420 тыс. м². Здание тушили около 17 ч, а горение масла в подвале удалось ликвидировать только на 6-е сутки. На тот момент завод не был застрахован от пожара. Страховка была оформлена уже после его восстановления тремя западными страховыми фирмами. Мне довелось побывать на заводе до его восстановления, и мне представилась жуткая картина последствий пожара: искореженные огнем стальные конструкции простирались насколько может видеть глаз — до конца корпуса длиной 1153 м и шириной 364 м (см. рисунок).

Ранее мне приходилось знакомиться с последствиями крупных пожаров в зданиях аналогичной конструкции: на Самаркандской ГЭС (1990 г.), где обрушилось покрытие машинного зала на площади более 10 тыс. м²; на Норильском горно-обогатительном комбинате, где сгорело здание цеха по подготовке шихты на площади 23 500 м². Были зарегистрированы у нас и более крупные пожары в зданиях из легких металлических конструкций (ЛМК): пожар на площади 35 тыс. м² в главном корпусе завода круп-

нопанельного домостроения в г. Надыме в 1983 г.; пожар в здании хлопчатобумажного комбината площадью 44 тыс. м² в г. Бухаре в 1973 г.

Пожары в промышленных зданиях аналогичной конструкции были зафиксированы во многих зарубежных странах:

- 20 октября 1977 г. — в здании склада запасных автомобильных частей фирмы «Форд» (г. Кельн, ФРГ) на площади 75 тыс. м²;
- 27 января 1980 г. — на складе авиастроительной компании на площади 2 100 м² (г. Уэйбридж, Великобритания);
- 1979 г. — в здании электротехнического завода (г. Братислава, Чехословакия) на площади 75 тыс. м²;
- 21 июня 1982 г. — на складе-распределителе площадью около 115 тыс. м² (штат Пенсильвания, США) и др.

Изучение процессов возгорания позволило прийти к выводу о том, что вероятность возникновения катастрофических пожаров в зданиях из ЛМК зависит от следующих факторов [1]:

- возможности пожарного гарнизона по быстрому сосредоточению у горящего здания необходимого количества пожарных подразделений;
- соотношения длины и ширины здания;
- высоты здания, наличия противопожарных стен и зон, фонарей в покрытии;
- погодных и сезонных факторов (снег, дождь, ветер);
- места возникновения загорания (в центре, у стены, в углу здания);
- мощности источника загорания.

Поскольку проблема пожарной безопасности зданий из ЛМК уже в течение десятилетий так или иначе затрагивает многие ведомства и компании, представляется целесообразным ретроспективно описать развитие системы противопожарного нормирования, начиная с 70-х годов XX века.



Последствия пожара в АО «КамАЗ» 14 апреля 1993 г.

В 60-х годах в СССР решалась жилищная проблема: были разработаны экономные конструкции крупнопанельных жилых домов и начато их строительство (первая серия вводилась в эксплуатацию без подписи представителя Госпожнадзора). Затем были поставлены грандиозные задачи по строительству зданий промышленно-складского назначения. Действующие в 60-х годах противопожарные нормы ограничивали и площади пожарных отсеков зданий, и применение незащищенных несущих металлических конструкций. Тем не менее они соответствовали требованиям мировых стандартов. Например, требования к пределу огнестойкости колонн и несущих стен в зданиях II степени огнестойкости (наиболее распространенный тип зданий среди возводимых) в США, ФРГ и СССР были одинаковые — 2 ч, а к перекрытиям — у нас даже выше. Выполнять такие требования в условиях массового строительства промышленных и складских зданий было весьма накладно, поэтому были разработаны новые конструктивные решения с укрупненной сеткой колонн (при опирании на четыре колонны перекрывались площади от 200 до 1300 м²; общая масса зданий из ЛМК была в 4–5 раз меньше аналогичных, выполненных из железобетона) [2]. В этой конструкции самым важным параметром была масса перекрываемого покрытия. В связи с этим было разработано и внедрено покрытие из стального профилированного настила толщиной 0,8–1,0 мм, длиной от 2 до 12 м с пенополистирольным утеплителем (массой 40 кг/м³) и рулонной кровлей из рубероида на битумных мастиках. Однако эти решения противоречили действующему строительному законодательству, поэтому Госстроем СССР без научного обоснования и вопреки установленным правилам разработки строительных норм волевым решением были введены [3]:

- вместо СНиП I-V.15–62 — СНиП II-V.15–69 “Материалы и изделия на основе полимеров”, из которого были исключены данные по горючести полистирольных и пенополиуретановых пенопластов и было предложено применять их в качестве среднего слоя трехслойных конструкций (в том числе покрытий);
- вместо СНиП II-A.5–62 — СНиП II-A.5–70 “Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений”, в котором пенополистирол марки ПСБ-С был отнесен к группе труднгорючих материалов (вопреки требованиям ГОСТ 17088–71).

С введением в действие этих двух основополагающих строительных норм и начинается свой отсчет цепь катастрофических пожаров.

В связи с этим завязалась многолетняя переписка между МВД и Госстроем с обращением в Совет Министров и ЦК КПСС. Госстрой понемногу отсту-

пал: вначале в 1974 г. из СНиП II-A.5–70 (приложение 1) был исключен пенополистирол марки ПСБ-С как трудносгораемый материал, а затем было предусмотрено обеспечивать взрывопожароопасные производства спринклерным пожаротушением. Вместе с тем одновременно были разработаны и утверждены “Временные указания по проектированию зданий из легких металлических конструкций” (СН 454–73), замененные впоследствии на “Инструкцию по проектированию зданий из легких металлических конструкций” (СН 454–76), в которых появился новый термин в определении степени огнестойкости — “условно”. И вот борьба с “условными” нормами и требованиями, исходя из реального пожара, затянулась на многие годы, до тех пор, пока правительственная комиссия (созданная распоряжением № 685р от 21.04.1993 г.) по факту пожара на заводе двигателей АО “КамАЗ” не установила, что “пожар на заводе двигателей еще раз подтвердил повышенную опасность зданий из ЛМК в сочетании со сгораемым утеплителем, невозможность успешного тушения огня в этих конструкциях, их низкую устойчивость при пожаре”. Проектными и строительными организациями были сделаны соответствующие выводы. В журнале “Промышленное и гражданское строительство” (№ 10 за 1994 г.) была дана оценка и представлен новый подход к противопожарному нормированию: “К сожалению, строительные решения, аналогичные принятым на корпусе двигателей, имеют место и на других корпусах КамАЗа, на Волжском автозаводе, АЗЛК и многочисленных объектах как автомобильной промышленности, так и других отраслей машиностроения, энергетики, гражданского строительства. Назрела острая необходимость принятия экстренных мер по повышению устойчивости подобных зданий и сооружений, выполненных из металла с применением сгораемых утеплителей в ограждающих конструкциях, и по обеспечению их пожарной безопасности, соответствующей современным требованиям. В этой связи весьма своевременным явилось указание Госстроя России и МВД России от 20 сентября 1993 г. “Об усилении противопожарной защиты особо важных объектов в Российской Федерации”, которым в целях усиления противопожарной защиты и предупреждения пожаров с тяжелыми последствиями на особо важных объектах предлагалось:

- исключить применение горючих утеплителей при проектировании и строительстве особо важных объектов;
- составить отраслевые перечни действующих объектов особой важности, в ограждающих конструкциях которых применены горючие утеплители;
- организовать проведение обследований ранее построенных зданий и сооружений в части опреде-

ления состояния несущих и ограждающих конструкций и определить степень соответствия этих зданий и сооружений требованиям пожарной безопасности действующих государственных стандартов, строительных норм и правил;

- разработать программы мер по усилению противопожарной защиты по каждому из особо важных объектов, включенных в отраслевые перечни, и при необходимости подготовить проектную документацию” [4].

В заключение хотелось бы напомнить, что десятки миллионов квадратных метров производственных и складских площадей, выстроенных в России и странах ближнего зарубежья, до сих пор продолжают эксплуатироваться, и с течением времени они не становятся менее опасными, а напротив — из года в год при систематическом ремонте покрытий наносятся все новые и новые слои рулонного ковра на битумных мастиках, что увеличивает пожарную нагрузку в здании [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельничук В., Климушин Н. Прогнозирование катастрофических пожаров // Пожарное дело. — 1994. — № 3. — С. 34–35.
2. Легкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий : справочник проектировщика. — М. : Стройиздат, 1979.
3. Климушин Н. Г. Пожарная безопасность зданий из легких металлических конструкций. — М. : Стройиздат, 1990.
4. О неотложных мерах по повышению пожарной безопасности зданий со сгораемыми утеплителями в ограждающих конструкциях // Промышленное и гражданское строительство. — 1994. — № 10.
5. Климушин Н. Учитывая фактор времени // Пожарное дело. — 1997. — № 4.

Материал поступил в редакцию 10 декабря 2012 г.

English

THE GREATEST FIRE OF XX CENTURY

KLIMUSHIN Nikolay Grigoryevich, independent consultant
(Moscow, Russia Federation; e-mail address: n.klimushin@mail.ru)

ABSTRACT

Policy-making organs projected grandiose plans for industrial production at the turn of the XX century. It was allowed by fire-prevention law to build construction with big zone and with concrete components with the second fire resistance degree. Their fire resistance degree needed to be not less than 0,25 h for covering, not less than 0,75 h for ceilings and not less than 2 h for columns in standard fire. For acceleration in the rates of building and saving purposes fundamentals of construction regulations were revised. The new term “conditional fire” was introduced and it allowed to build industrial buildings with metal structure with combustible heater in covering with no restrictions zone. Realization of these decisions led to big fires when buildings were built or taked-over. Increased fires couldn’t stop construction conveyor and were regarded as hard but inevitable losses. In spite of objections of fire services and correspondence of several years’ standing among Ministry of Internal Affairs, State Committee for Construction (Rosstroy) and leading party bodies cardinal decisions were not adopted. And only the fire at the engine plant of the KamAZ PLC in April 1993 that almost destroyed the building 420,000 m² in area set revising of the decisions on lowering of fire-prevention requirements made previously. On examination of results of this fire, the government panel admitted that it is impossible to successfully extinguish a fire at the buildings of metal constructions with combustible warmth-keeping jackets in coating. They also noted that the combustible warmth-keeping jackets are to be replaced by the incombustible ones in filler structures, first of all, at the atomic power stations. As a result, the recommendations on fire safety of similar buildings were developed and implemented. The buildings made of constructions mentioned above are raised in Russia and in the countries of the Commonwealth and count tens millions square meters. They are still in use and isolated fires emerge there. The Emercom established in 2012 should take this into account.

Keywords: catastrophic fires; metal structures with combustible heater; fire-prevention regulation.

REFERENCES

1. Melnichuk V., Klimushin N. Prognozirovaniye katastroficheskikh pozharov [Forecasting of catastrophic fires]. *Pozharnoye Delo — Fire Service*, 1994, no. 3, pp. 34–35.
2. *Legkiye metallicheskiye konstruksii odnoetaznykh proizvodstvennykh zdaniy: spravochnik proyektirovshchika* [Light metal structures of one-story industrial buildings: manual of planner designer]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1979.
3. Klimushin N. G. *Pozharnaya bezopasnost zdaniy iz legkikh metallicheskikh konstruksiy* [Fire safety of buildings of light metal structures]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1990.
4. O neotlozhnykh merakh po povysheniyu pozharnoy bezopasnosti zdaniy so sgorayemymi uteplityami v ograzhdayushchikh konstruksiyakh [About interim measures for rise in fire safety of buildings with combustible heater]. *Promyshlennoye i Grazhdanskoye Stroitelstvo — Industrial and Civil Engineering*, 1994, no. 10.
5. Klimushin N. Uchityvaya faktor vremeni [With provision for time factor]. *Pozharnoye Delo — Fire Service*, 1997, no. 4.

**ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЖНАУКА»
ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ**

А. А. Антоненко, Т. А. Буцынская, А. Н. Членов

**Основы эксплуатации систем комплексного
обеспечения безопасности объектов:
учебно-справочное пособие**



В учебно-справочном пособии изложены основы современного подхода к проблеме комплексного обеспечения безопасности объектов хозяйствования с помощью технических средств и систем, приведены сведения о технической эксплуатации комплексных систем безопасности, а также справочно-методическая информация для решения практических задач эксплуатации. Дано основное содержание эксклюзивной разработки — ГОСТ Р 53704–2009 «Системы безопасности комплексные и интегрированные», входящего в отраслевой комплект нормативно-технической документации по данной проблеме.

Книга предназначена для практических работников в области систем безопасности и может быть использована как учебное пособие для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.

Web-сайт: firepress.ru, www.fire-smi.ru
Эл. почта: mail@firepress.ru
Тел.: (495) 228-09-03

А. В. ЗАХАРЕВИЧ, канд. физ.-мат. наук, доцент, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Россия, 634050, г. Томск, просп. Ленина, 30; e-mail: bet@tpu.ru)

В. Н. ОГОРОДНИКОВ, магистрант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Россия, 634050, г. Томск, просп. Ленина, 30)

УДК 536.468

УСЛОВИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗГОРАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НАГРЕВЕ

Представлены результаты экспериментального исследования закономерностей зажигания диспергированных углей одиночной, нагретой до высоких температур стальной частицей. Установлены зависимости времени задержки зажигания от температуры и размеров источника нагрева, а также от внешних условий. Проведено сравнение условий зажигания измельченных углей, жидких топлив, лесных горючих материалов и диспергированной древесины локальными источниками энергии.

Ключевые слова: экспериментальные исследования; условия зажигания; диспергированный уголь; источник ограниченной энергоемкости; пожарная опасность; время задержки зажигания.

Введение

Одними из наиболее пожароопасных материалов являются диспергированные угли [1]. Наиболее часто диспергированные угли применяют в виде угольной пыли с характерным размером частиц от 20 до 130 мкм и дробленки с характерным размером частиц до 1000 мкм [2]. При транспортировке, хранении, перегрузке или в процессе подготовки к сжиганию возникает вероятность возгорания диспергированных углей вследствие воздействия локальных малоразмерных источников тепла, например нагретых до высоких температур частиц, проволочек, электрического разряда, участков нагретых до высоких температур поверхностей и т. п. [1].

К настоящему времени по результатам экспериментальных [3] и теоретических [4, 5] исследований установлены основные закономерности зажигания высокоэнергетических конденсированных веществ, предназначенных для сжигания в двигателях специального назначения. Кроме того, достаточно хорошо изучены экспериментально [6–8] и теоретически [9–12] процессы зажигания жидких топлив. Опубликованы результаты исследований условий и характеристик зажигания лесных горючих материалов [13–15] и диспергированной древесины [16]. В то же время по условиям и характеристикам процессов зажигания диспергированных углей пока не опубликовано каких-либо данных.

Цель настоящего исследования — экспериментальное изучение условий и характеристик зажигания диспергированных углей локальными источниками энергии — одиночными, нагретыми до высоких температур частицами металлов малых размеров.

Постановка задачи и методика экспериментальных исследований

В теплоэнергетической отрасли России используются угли нескольких десятков месторождений с различными теплофизическими и термохимическими характеристиками [17]. В связи с этим при проведении экспериментальных исследований целесообразно рассматривать наиболее типичные группы диспергированных углей, используемых в теплоэнергетике и других отраслях промышленности, — каменный и бурый угли. Основные характеристики исследуемых групп углей приведены в таблице.

Основными характеристиками процесса зажигания являются начальная температура частицы — источника нагрева T_q и время задержки зажигания τ_{ind} . Экспериментальные исследования проводили по методике [16] с использованием установки и средств измерений, разработанных при изучении процессов зажигания жидких и твердых топлив [3, 6–8]. Предварительно куски угля измельчали до требуемого фракционного состава, который контролиро-

Характеристики каменного угля марки ДР и бурого угля месторождения Шиве Овоо (Монголия)

Показатель	Каменный уголь	Бурый уголь
Зольность, %	12–25	9–10
Содержание летучих веществ, %	42–45	39–41
Массовая доля серы, %	0,50	0,35–1,01
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	23–27	13–15

вали по завершении процесса измельчения топлива. Навески исследуемого угля формировали из частиц близкого дисперсного состава, отклонения по размерам частиц составляли 0,05–0,1 мм. Измельченный уголь выдерживали в сухом помещении в течение 10–12 ч. Каждый опыт проводили в строго контролируемых условиях, обеспечивающих возможность повторяемости.

При проведении исследований навеску измельченного угля определенного месторождения массой до 10 г помещали в стеклянную емкость слоем 2–3 мм на площади не более 10 см². Слой формировали таким образом, чтобы обеспечивалась его однородность по насыпной плотности по всей толщине и снижались до минимума возможные погрешности, обусловленные условиями контакта поверхности источника нагрева с частицами диспергированного угля. В качестве источника нагрева использовали стальные частицы в форме диска, так как ранее [3, 6–8] было установлено, что в экспериментах как с твердыми недиспергированными топливами, так и с жидкими горючими наиболее устойчивое положение относительно поверхности нагрева занимают частицы именно такой формы. В предварительных экспериментах высоту, с которой источник нагрева с малой скоростью выпадал на поверхность измельченных углей, выбирали таким образом, чтобы не происходило отскакивания стальной частицы от слоя топлива.

Методика нагрева стальной частицы, контроля ее температуры и состояния аналогична методикам, изложенным в [3, 6–8]. С целью оценки случайных погрешностей результатов измерений времени задержки эксперименты проводили в идентичных условиях (при фиксированных основных факторах воздействия на процесс) не менее 5 раз подряд с видеосъемкой каждого эксперимента. Время задержки зажигания определяли после обработки видеogramм как разность значений времени появления пламени и установления контакта источника нагрева с навеской измельченного топлива. Систематические ошибки измерения температуры стальной частицы и времени задержки зажигания, обусловленные погрешностями используемых средств измерений, не превышали 3 %. Случайные ошибки определения времени задержки зажигания τ_{ind} составляли от ± 20 % для углей с характерным размером частиц около 1 мм и до 35 % — для углей с размером частиц менее 1 мм. В экспериментах по аналогии с [3, 6–8] использовали стальные частицы в форме диска с фиксированным диаметром $d = 6$ мм и разной высоты h — от 3 до 7 мм.

Результаты экспериментов и их обсуждение

На рис. 1, а приведены результаты исследований по зажиганию диспергированного каменного угля в виде зависимостей времени задержки зажигания от начальной температуры стальной частицы разной высоты. Установлено, что, как и при зажигании жидких топлив [6–12], размер источника нагрева существенно влияет на условия зажигания диспергированного угля. Так, при высоте источника нагрева диска $h = 7 \cdot 10^{-3}$ м зажигание угольной пыли происходит при $T_q = 1313$ К, а при $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м — только при $T_q = 1433$ К. Такие достаточно большие отклонения в значениях начальной температуры источника нагрева, обеспечивающие начало горения измельченных углей, обусловлены физическим механизмом зажигания при локальном нагреве веществ, аналогичным установленному ранее для жидких топлив [9–12]. Газообразные продукты термического разложения углей при движении от поверхности раздела угольная пыль — воздух нагреваются вследствие теплообмена с “горячей” частицей стали, которую они обтекают. Чем выше высота стального диска — источника нагрева, тем более длительное время нагревается газообразное горючее, образующееся при пиролизе углей и смешивающееся по мере удаления от зоны разложения с окислителем

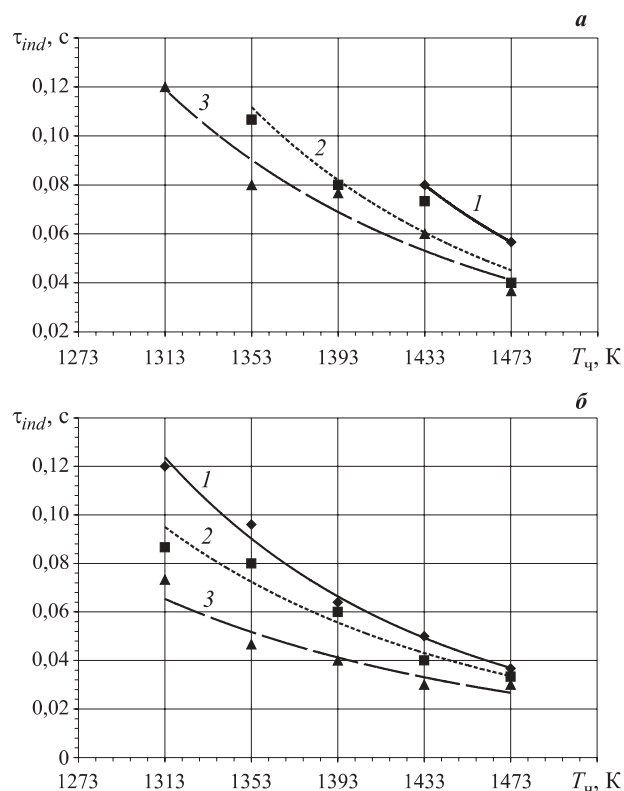


Рис. 1. Экспериментальные зависимости времени задержки зажигания каменного (а) и бурого (б) угля размером $1 \cdot 10^{-3}$ м от температуры металлической частицы (диаметр $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м): 1 — $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м; 2 — $h = 5 \cdot 10^{-3}$ м; 3 — $h = 7 \cdot 10^{-3}$ м

— воздухом. При малой высоте диска продукты пиролиза угля не успевают нагреться до температур, при которых возможно возгорание смеси *горючее* — *окислитель*. Ранее было установлено [9–12], что зажигание паров жидких топлив происходит над верхней торцевой поверхностью частицы — источника нагрева независимо от ее формы (диск или кубик, например). В предельном случае реакция горения начинается над верхней гранью частицы на оси симметрии. При увеличении температуры источника локального нагрева возможно смещение зоны начала реакции вниз и начало горения в пристенной области боковой поверхности.

Зависимости времени задержки зажигания каменного угля от начальной температуры частицы (см. рис. 1,а) иллюстрируют также высокую пожарную опасность диспергированного угля. Времена задержки зажигания измельченного (но нераспыленного) топлива и типичных жидких топлив различаются незначительно [7, 8]. Более того, то же самое можно сказать и об одиночной частице угля и слое частиц толщиной несколько миллиметров. Отсюда можно сделать вывод, что условия теплообмена частиц угольной пыли, находящихся в верхнем слое навески, почти идентичны условиям теплообмена одиночной частицы угля с внешней средой. При прочих адекватных условиях угольная частица в слое имеет форму неправильного многогранника, и, соответственно, контакт между такими отдельными частицами минимален (только в точках соприкосновения вершин этого многогранника с гранями других частиц). Площадь контактной поверхности составляет, скорее всего, не более 3–6 % от общей площади поверхности отдельной угольной частицы. В итоге каждый такой многогранник окружен в основном воздухом, теплопроводность которого намного меньше (в десятки раз) теплопроводности любого угля при одинаковых температурах. Соответственно, и теплота, поступающая от источника нагрева — стальной частицы, почти не отводится из зоны нагрева за малый промежуток времени. В результате температура угольной частицы быстро растет, начинается ее газификация и возможно (при последующем нагреве продуктов пиролиза) воспламенение.

На основании анализа результатов, полученных в экспериментах, можно сформулировать физическую модель зажигания угля одиночными, нагретыми до высоких температур частицами.

Источник зажигания — частица при попадании на поверхность угольной пыли интенсивно охлаждается за счет теплоотвода с боковой и верхней поверхностей как в вещество, так и в воздух. В результате температура частицы падает и, соответственно, снижается интенсивность теплового потока в зону ре-

акции. В процессе этого нагрева, еще до начала воспламенения, происходит термическое разложение органической массы топлива с выделением газообразных веществ, которые в значительной мере определяют условия воспламенения топлива. Исследования показывают, что в момент зажигания частица окружена облаком воспламененных летучих, причем начальная стадия горения представляет собой ярко выраженный процесс выгорания летучих, которые оказывают прямое влияние на условия протекания процесса. Для большинства твердых топлив воспламенение начинается в газовой фазе уже выделившихся летучих, которые, быстро выгорая, резко поднимают температурный уровень процесса, обеспечивая устойчивое воспламенение и последующее интенсивное горение коксового остатка. Чем больше летучих содержится в исходном топливе, тем, при прочих равных условиях, быстрее происходит его воспламенение и тем интенсивнее оно выгорает, особенно на начальных стадиях процесса. Условия нагрева частиц топлива оказывают решающее влияние на динамику выхода летучих. В рассматриваемых условиях происходит газозафазное зажигание твердого топлива. Процесс остывания является существенно нестационарным, и в результате механизм процесса зажигания угля одиночной частицей существенно отличается от аналогичных механизмов для конвективного, лучистого и кондуктивного (массивное тело) источников нагрева. Это отличие наиболее ярко проявляется в том, что времена задержки зажигания диспергированных углей одиночными частицами не могут составлять десятки секунд (как для массивного тела) при относительно низких температурах.

На рис. 1,б приведены полученные по результатам экспериментов зависимости времени задержки зажигания бурого угля месторождения Шиве Овоо от параметра T_q . Сравнение зависимостей на рис. 1,а и 1,б показывает достаточно существенные различия их для типичных каменного и бурого углей. Можно отметить, что предельные температуры зажигания бурого угля при одинаковых размерах источника нагрева значительно ниже аналогичных значений T_q для угольной пыли каменного угля. Это различие, очевидно, обусловлено разными теплофизическими характеристиками этих типов углей. Каменный уголь существенно лучше прогревается в одинаковых условиях за счет более высокой теплопроводности, поэтому поступающая к его поверхности энергия быстро перераспределяется по всей частице. Бурый уголь прогревается хуже, поэтому для разогрева до высоких температур его приповерхностного слоя, прилегающего к источнику нагрева, достаточно меньшего количества теплоты. Соответственно, бурый уголь воспламеняется при меньших (по сравнению с каменным) температурах.

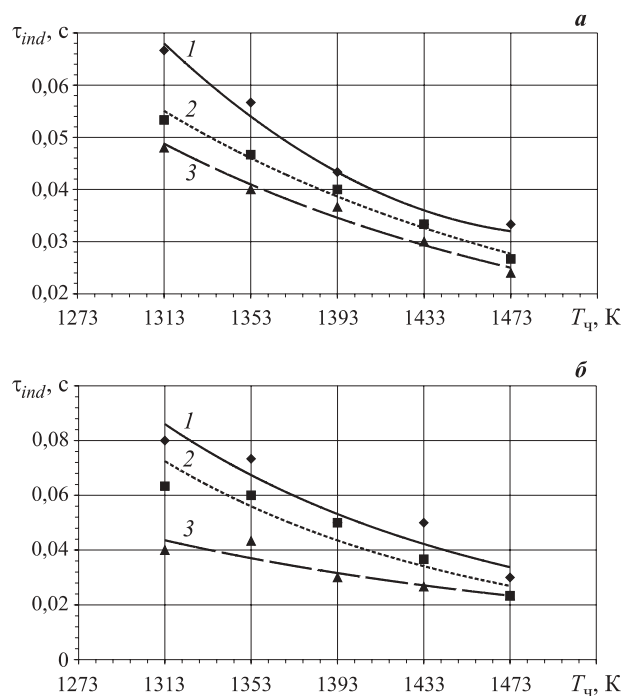


Рис. 2. Экспериментальные зависимости времени задержки зажигания каменного (а) и бурого (б) угля размером не более $0,1 \cdot 10^{-3}$ м от температуры металлической частицы (диаметр $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м): 1 — $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м; 2 — $h = 5 \cdot 10^{-3}$ м; 3 — $h = 7 \cdot 10^{-3}$ м

По этой же причине и время задержки зажигания бурого угля в идентичных условиях существенно (почти в 2 раза) меньше времени зажигания каменного угля, поэтому для воспламенения последнего необходимо больше энергии, чем для бурого угля.

На основании анализа и обобщения полученных в экспериментальных исследованиях результатов можно сделать вывод об очень высокой пожарной опасности неслежавшейся угольной пыли типичных сортов углей, используемых в теплоэнергетике, а так-

же об особенностях процессов зажигания диспергированных углей, связанных с теплопереносом в приповерхностном слое фрагмента топлива.

На рис. 2, а и 2, б приведены зависимости времени τ_{ind} от параметра T_{ch} , полученные при экспериментальных исследованиях условий зажигания угольной пыли при характерных размерах отдельных частиц не более $0,1 \cdot 10^{-3}$ м. Как и следовало ожидать, из сравнения зависимостей на рис. 1 и 2 хорошо видно, что более мелкие (но неслежавшиеся) частицы диспергированного угля воспламеняются при меньших (по сравнению с крупными) начальных температурах локального источника нагрева. Значения τ_{ind} для мелких частиц также существенно меньше, чем для крупных.

Заключение

Полученные по результатам экспериментальных исследований закономерности зажигания диспергированных углей в условиях локального нагрева иллюстрируют общность механизмов зажигания существенно различающихся по своим свойствам материалов и веществ — жидких топлив, лесных горючих материалов, диспергированной древесины, измельченных углей. Данные результаты не только позволяют проводить оценку пожарной опасности (условий возгораний) исследуемых твердых топлив, но и являются основой для дальнейшего совершенствования моделей, используемых при создании методик прогноза пожарной опасности процессов, веществ и материалов.

Работа выполнена в рамках НИР Госзадания "Наука" № 7.3073.2011, а также при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-08-33002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. В 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Пожнаука, 2004. — Ч. 1. — 713 с; Ч. 2. — 774 с.
2. Буров В. Д., Лавыгина В. М., Седлова А. С., Цанева С. В. Тепловые электрические станции. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МЭИ, 2009. — 466 с.
3. Захаревич А. В., Кузнецов В. Т., Кузнецов Г. В., Максимов В. И. Зажигание модельных смесевых топливных композиций одиночной, нагретой до высоких температур частицей // Физика горения и взрыва. — 2008. — Т. 44, № 5. — С. 54–57.
4. Кузнецов Г. В., Мамонтов Г. Я., Таратушкина Г. В. Зажигание конденсированного вещества "горячей" частицей // Химическая физика. — 2004. — Т. 23, № 3. — С. 67–72.
5. Кузнецов Г. В., Мамонтов Г. Я., Таратушкина Г. В. Численное моделирование воспламенения конденсированного вещества нагретой до высоких температур частицей // Физика горения и взрыва. — 2004. — Т. 40, № 1. — С. 78–85.
6. Захаревич А. В., Кузнецов Г. В., Максимов В. И. Механизм зажигания бензина одиночной нагретой до высоких температур металлической частицей // Пожаровзрывобезопасность. — 2008. — Т. 17, № 5. — С. 39–42.
7. Захаревич А. В., Кузнецов Г. В., Максимов В. И. Зажигание дизельного топлива одиночной "горячей" металлической частицей // Пожаровзрывобезопасность. — 2008. — Т. 17, № 4. — С. 28–30.

8. Захаревич А. В., Кузнецов Г. В., Максимов В. И., Панин В. Ф., Равдин Д. С. Оценка пожарной опасности мазута в условиях перегрузки, хранения и транспорта на тепловых электрических станциях // Известия Томского политехнического университета. — 2008. — Т. 313, № 2. — С. 25–28.
9. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. 3D Problem of Heat and Mass Transfer at the Ignition of a Combustible Liquid by a Heated Metal Particle // Journal of Engineering Thermophysics. — 2009. — Vol. 18, No. 1. — P. 72–79.
10. Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Нагретые до высоких температур частицы металла как источники локальных возгораний жидких веществ // Пожарная безопасность. — 2008. — № 4. — С. 72–76.
11. Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Моделирование воспламенения жидкого вещества горячей частицей // Химическая физика. — 2009. — Т. 28, № 5. — С. 91–98.
12. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. The influence of heat transfer conditions at the hot particle-liquid fuel interface on the ignition characteristics // Journal of Engineering Thermophysics. — 2009. — Vol. 18, No. 2. — P. 162–167.
13. Кузнецов Г. В., Барановский Н. В. Математическое моделирование зажигания слоя лесных горючих материалов нагретой до высоких температур частицей // Пожаровзрывобезопасность. — 2006. — Т. 15, № 4. — С. 42–46.
14. Захаревич А. В., Барановский Н. В., Максимов В. И. Зажигание лесных горючих материалов одиночными, нагретыми до высоких температур частицами // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 4. — С. 13–16.
15. Захаревич А. В., Барановский Н. В., Максимов В. И. Зажигание лесного горючего материала углеродистой нагретой до высоких температур частицей // Бутлеровские сообщения. — 2012. — Т. 29, № 2. — С. 102–108.
16. Захаревич А. В., Кузнецов Г. В., Максимов В. И., Мошков А. Г. Условия зажигания отходов деревообработки // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 5. — С. 21–23.
17. Агроскин А. А., Глейбман В. Б. Теплофизика твердого топлива. — М.: Недра, 1980. — 256 с.

Материал поступил в редакцию 25 декабря 2012 г.

English

CONDITIONS AND CHARACTERISTICS OF SHREDDED COAL IGNITION WITH LOCAL HEATING

ZAKHAREVICH Arkadiy Vladimirovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associated Professor, National Research Tomsk Polytechnic University (Lenin Avenue, 30, Tomsk 634050, Russian Federation; e-mail address: bet@tpu.ru)

OGORODNIKOV Vladimir Nikolaevich, Undergraduate, National Research Tomsk Polytechnic University (Lenin Avenue, 30, Tomsk 634050, Russian Federation)

ABSTRACT

Coals of several tens fields with different thermophysical and thermochemical characteristics are used in heat and power engineering of the Russian Federation. The powdered coal is used in the power engineering. Ignitions of the shredded coals in the conditions of their transport, storage, an overload or preparation for burning are possible generally at influence of local small-sized power sources (the particles heated till high temperatures, delays, an electric discharge, the surfaces heated to high temperatures).

The main macroscopic regularities of ignition for condensed substances intended for combustion engines for special purposes are installed in the present time by the results of experimental and theoretical investigations of the basic laws. Processes of ignition are also enough of liquid fuels studied experimentally and theoretically. Results researches of conditions and characteristics for ignition of forest combustible materials and the dispersed wood are published. It isn't published yet any data on the ignition conditions and characteristics for dispersed coals. Therefore experimental investigations of the most typical representatives of groups the coals which are using in power system and other industries are expedient.

The purpose of the real research — experimental investigation of ignition conditions and characteristics for shredded coals by local power sources — the single metal particles heated till high temperatures with small sizes.

Experiments are made with shredded stone and brown coals. Deviations were supervised by the sizes of particles to 0,05–0,1 mm. The crushed coal was maintained in the dry room during 10–12 hours before experiences. Each experiment made in strictly controlled conditions. The possibility of repeatability the all executed experiments was provided. The initial temperature of a particle and ignition time delay were chosen as the main ignition characteristics. The given amount of the crushed coal of a certain field weight to 10 g placed in glass capacity when carrying out researches. Thickness of a layer for dispersed fuel was 2–3 of mm on the area no more than 10 cm². Steel particles in the form of a disk were used as heating sources. Value of ignition time delay was defined after video processing. It was the difference of times between contact of a steel particle with coal and emergence of a flame.

The received results illustrate a community of ignition mechanisms for liquid fuels, forest combustible materials, dispersed wood, shredded coal which significantly differ according to the thermal characteristics. The received results allow to carry out an assessment of fire danger of solid fuels. This fact is a base for further improvement of the models which are use at creation techniques the forecast of fire danger processes, substances and materials.

Keywords: experimental researches; conditions of the ignition; dispersed coal; source of limited heat content; fire hazard; ignition delay time.

REFERENCES

1. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Pozharovzryvobezopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya* [Fire and explosive substances and materials and means of fire extinguishing]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004, part 1, 713 p.; part 2, 774 p.
2. Burov V. D., Lavygina V. M., Sedlova A. S., Tsaneva S. V. *Teplovyye elektricheskiye stantsii* [Thermal power plants]. Moscow, Moscow Power Engineering Institute Publ., 2009. 466 p.
3. Zakharevich A. V., Kuznetsov V. T., Kuznetsov G. V., Maksimov V. I. Zazhiganiye modelnykh smesevykh toplivnykh kompozitsiy odinochnoy, nagretoy do vysokikh temperatur chastitsey [Ignition of model composite propellants by a single particle heated to high temperatures]. *Fizika goreniya i vzryva — Physics of Burning and Explosion*, 2008, vol. 44, no. 5, pp. 54–57.
4. Kuznetsov G. V., Mamontov G. Ya., Taratushkina G. V. Zazhiganiye kondensirovannogo veshchestva “goryachey” chastitsey [Ignition of the condensed substance by a “hot” particle]. *Khimicheskaya fizika — Chemical Physics*, 2004, vol. 23, no. 3, pp. 67–72.
5. Kuznetsov G. V., Mamontov G. Ya., Taratushkina G. V. Chislennoye modelirovaniye vosplamneniya kondensirovannogo veshchestva nagretoy do vysokikh temperatur chastitsey [Numerical simulation of ignition of condensed matter is heated to high temperatures particle]. *Fizika goreniya i vzryva — Physics of Burning and Explosion*, 2004, vol. 40, no. 1, pp. 78–85.
6. Zakharevich A. V., Kuznetsov G. V., Maksimov V. I. Mekhanizm zazhiganiya benzina odinochnoy nagretoy do vysokikh temperatur metallicheskoj chastitsey [The mechanism of ignition gasoline the single metal particle heated to high temperatures]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2008, vol. 17, no. 5, pp. 39–42.
7. Zakharevich A. V., Kuznetsov G. V., Maksimov V. I. Zazhiganiye dizelnogo topliva odinochnoy “goryachey” metallicheskoj chastitsey [Ignition of diesel fuel a single “hot” metal particle]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2008, vol. 17, no. 4, pp. 28–30.
8. Zakharevich A. V., Kuznetsov G. V., Maksimov V. I., Panin V. F., Ravdin D. S. Otsenka pozharnoy opasnosti mazuta v usloviyakh peregruzki, khraneniya i transporta na teplovykh elektricheskikh stantsiyakh [Assessment of fire danger of fuel oil in overload conditions, storage and transport at thermal power plants]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta — News of Tomsk Polytechnic University*, 2008, vol. 313, no. 2, pp. 25–28.
9. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. 3D problem of heat and mass transfer at the ignition of a combustible liquid by a heated metal particle. *Journal of Engineering Thermophysics*, 2009, vol. 18, no. 1, pp. 72–79.
10. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. Nagretyye do vysokikh temperatur chastitsy metalla kak istochniki lokalnykh vozgoraniy zhidkikh veshchestv [The particles of metal heated to high temperatures as sources of local ignitions of liquid substances]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2008, no. 4, pp. 72–76.
11. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. Modelirovaniye vosplamneniya zhidkogo veshchestva goryachey chastitsey [Modeling of ignition of liquid substance by a hot particle]. *Khimicheskaya fizika — Chemical Physics*, 2009, vol. 28, no. 5, pp. 91–98.

12. Kuznetsov G. V., Strizhak P. A. The influence of heat transfer conditions at the hot particle-liquid fuel interface on the ignition characteristics. *Journal of Engineering Thermophysics*, 2009, vol. 18, no. 2, pp. 162–167.
13. Kuznetsov G. V., Baranovskiy N. V. Matematicheskoye modelirovaniye zazhiganiya sloya lesnykh goryuchikh materialov nagretoy do vysokikh temperatur chastitsey [Mathematical modeling of ignition of a layer of forest combustible materials by the particle heated to high temperatures]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2006, vol. 15, no. 4, pp. 42–46.
14. Zakharevich A. V., Baranovskiy N. V., Maksimov V. I. Zazhiganiye lesnykh goryuchikh materialov odinochnymi, nagretymi do vysokikh temperatur chastitsami [Ignition of forest fuel materials by the single particles heated up to high temperatures]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 4, pp. 13–16.
15. Zakharevich A. V., Baranovskiy N. V., Maksimov V. I. Zazhiganiye lesnogo goryuchego materiala ugerodistoy nagretoy do vysokikh temperatur chastitsey [Ignition of a forest combustible material by the carbonaceous particle heated to high temperatures]. *Butlerovskiye soobshcheniya — Butlerov communications*, 2012, vol. 29, no. 2, pp. 102–108.
16. Zakharevich A. V., Kuznetsov G. V., Maksimov V. I., Moshkov A. G. Usloviya zazhiganiya otkhodov derevoobrabotki [Of ignition terms the wood waste]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 5, pp. 21–23.
17. Agroskin A. A., Gleybman V. B. *Teplofizika tverdogo topliva* [Thermophysics of firm fuel]. Moscow, Nedra Publ., 1980. 256 p.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

А. Я. Корольченко, Д. О. Загорский
КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ
И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ. — М. : Пожнаука, 2010. — 118 с.



В учебном пособии изложены принципы категорирования помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, содержащиеся в современных нормативных документах. На примерах конкретных помещений рассмотрено использование требований нормативных документов к установлению категорий. Показана возможность изменения категорий помещений путем изменения технологии или внедрения инженерных мероприятий по снижению уровня взрывопожароопасности и повышению надежности технологического оборудования и процессов.

Пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Пожарная безопасность», «Безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», студентов строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство», сотрудников научно-исследовательских, проектных организаций и нормативно-технических служб, ответственных за обеспечение пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43;
 тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



Пенообразователи

Шторм

Точный расчет на безопасность!

Шторм-ОН — синтетический углеводородный пенообразователь общего назначения. Основная область применения: для нужд пожарных бригад в городах, для тушения лесов, деревянных строений, торфяников. Относится к биологически маловредным средствам (БИО). Срок годности пенообразователя до 5 лет, после чего необходимо либо проводить дополнительные исследования, либо использовать его для учений.

ГЕФЕСТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

Тел.: (495) 925 51 31
www.gefestnpk.ru
www.shtpena.ru

РЕКЛАМА



29 мая – 31 мая 2013

0+

VIII специализированный форум-выставка

АНТИТЕРРОР

современные
системы
безопасности



**ГЛАВНАЯ СИБИРСКАЯ
ПЛОЩАДКА БЕЗОПАСНОСТИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**



**Технологии,
системы и техника в**

- промышленной
 - пожарной
 - информационной
 - общественной
- БЕЗОПАСНОСТИ**

а также:

- защита территории
и населения при ЧС
- экипировка и средства
индивидуальной защиты

РЕКЛАМА

Организаторы:



Администрация
Губернатора
Красноярского края,
Правительство
Красноярского края



Антитеррористическая
комиссия
Красноярского края



Шанхайская
организация
сотрудничества



Администрация
города Красноярска



Выставочная компания
«Красноярская ярмарка»

Партнер выставки



Генеральный информационный партнер



Информационная поддержка



МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19
тел.: (391) 22-88-603, 22-88-611 – круглосуточно
ccb@krasfair.ru, www.krasfair.ru



сибирь
международный
выставочно-деловой центр
имени Карла Маркса

С. Г. АЛЕКСЕЕВ, канд. хим. наук, доцент, чл.-корр. ВАН КБ, эксперт ООО "ПРОМЕТ", старший научный сотрудник, ФГБОУ ВПО Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: Alexshome@mail.ru)

А. В. ПИЩАЛЬНИКОВ, начальник лаборатории, ФГБУ "Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы "Испытательная пожарная лаборатория" по Пермскому краю" (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Большевикская, 53а; e-mail: rina04@rambler.ru)

Н. М. БАРБИН, д-р техн. наук, заведующий кафедрой химии, ФГБОУ ВПО Уральская государственная сельскохозяйственная академия (Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42; e-mail: NMBarbin@mail.ru)

И. А. ЛЕВКОВЕЦ, старший инженер, ФГБУ "Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы "Испытательная пожарная лаборатория" по Пермскому краю" (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Большевикская, 53а; e-mail: asiapl@ugps.perm.ru)

УДК 614.841.412:663.5

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ВОДКИ НА ЕЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ

Изучено влияние магнитного поля и температурных условий хранения водки на ее показатели пожаровзрывоопасности. Показано, что температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения водки чувствительны к воздействию этих факторов и что водка обладает эффектом "химической памяти".

Ключевые слова: водка; температура вспышки; температура воспламенения; температура самовоспламенения; химическая память.

Идея данного исследования возникла после одной из радиопередач, в которой со ссылкой на Д. И. Менделеева отмечалось, что вкусовые качества свежеприготовленного спиртового раствора изменяются после двух недель его хранения*. Нам не удалось найти подтверждение этой мысли в 25-томном научном наследии Д. И. Менделеева, изданном в 30–50-е годы прошлого столетия, но зато мы обнаружили, что им были отмечены необычные свойства водных растворов этанола при температурах ниже 0 и выше 30 °С [1].

В настоящее время изучение связи структурно-го строения водки и ее вкусовых качеств является предметом исследования многих ученых из разных стран мира [5–7]. Изменение физико-химических свойств и вкусовых качеств водных растворов этанола и водки можно объяснить только перестройкой их кластерной структуры. В работах [8–11] приведена кластерная структура воды, на основе которой можно представить и кластерную структуру водно-

спиртовых растворов, частично заменив молекулы воды на молекулы этанола и добавив кластерные соединения этанола [12]. Наряду с этим предполагается, что в растворе этанол–вода ($E-aq$) может также существовать целый ряд гидратных кластеров: $E \times 1,2aq$, $E \times 1,9aq$, $E \times 2aq$, $E \times 2,3aq$, $E \times 2,8aq$, $E \times 3aq$, $E \times 4aq$, $E \times 4,75aq$, $E \times 5aq$, $E \times 5,67aq$, $E \times 12aq$, $E \times 17aq$, $3E \times aq$ [13]. Недавно появилось сообщение о наличии в водке гидратов, имеющих строение $E \times (5,3 \pm 0,1)aq$ [14]. Интересно отметить, что в 50 %-ном водном растворе метанола, который является близким аналогом этанола, образуются совершенно иные кластеры [15].

Нами уже в течение нескольких лет изучаются пожаровзрывоопасные свойства этанола и его водных растворов [16–21]. В ходе этих исследований были отмечены единичные случаи плохой воспроизводимости результатов определения температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения через длительные интервалы времени (табл. 1–5). Первоначально эти отклонения были списаны на ошибку эксперимента, но по мере накопления данных об объекте исследований возникла гипотеза, что эти аномалии могут быть связаны с различной кластерной структурой испытуемых образцов. Мы отдавали себе отчет в том, что процедуры определения показателей пожаровзрывоопасности по ГОСТ

* Данная мысль вполне могла принадлежать Д. И. Менделееву, так как он был членом комиссии по введению водочной монополии в 1894–1902 гг. и много сделал для развития технологии производства алкогольной продукции в Российской империи [1–4]. Эти разработки впоследствии использовались советской промышленностью [4].

Таблица 1. Результаты внешних воздействий на показатели пожаровзрывоопасности водки

Номер этапа	Условия хранения		$t_{всп}, ^\circ\text{C}^*$	$t_{вос}, ^\circ\text{C}$	$t_{свс}, ^\circ\text{C}$
	Выдержка, сут	Фактор влияния			
Контрольный образец водки "Зеленая марка кедровая"			35	35/26	480
1	21	$t = -23 ^\circ\text{C}$	40/26	40	524
	42	$t = -23 ^\circ\text{C}$	36/26	37	492
Максимальное отклонение			+5	+5/0	+44
2	7	$t = 55 ^\circ\text{C}$	—	—	484
	14	$t = 55 ^\circ\text{C}$	—	—	489
	21	$t = 55 ^\circ\text{C}$	39/—	39	485
Максимальное отклонение			+4	+4/—	+9
3	7	Магнитное поле	—	—	490
	14	То же	—	—	485
	21	"	36/—	37	484
Максимальное отклонение			+2	+1/—	+10
Контрольный образец водки "Gradus premium"			37	37/27	479
1	21	$t = -23 ^\circ\text{C}$	40/25	40	524
	42	$t = -23 ^\circ\text{C}$	37/27	37	492
Максимальное отклонение			+3	+4/—2	+45

* Над чертой приведены данные для открытого тигля, под чертой — для закрытого.

12.1.044–89* относятся к категории грубых методов, которые могут быть малочувствительными к тонким изменениям в структуре водного раствора спирта. Тем не менее был спланирован и проведен ряд экспериментов для проверки выдвинутой гипотезы. В качестве объектов исследования были выбраны образцы водки на основе пищевого этилового спирта марки "Люкс": "Зеленая марка кедровая" производства ЗАО "Сибирский ЛВЗ" и "Gradus premium" производства ОАО "Пермалко" (рис. 1). Определение температур вспышки $t_{всп}$, воспламенения $t_{вос}$ и самовоспламенения $t_{свс}$ выполнялось по ГОСТ 12.1.044–89* на аттестованных установках ТВ-1, ТВ-2 и СТА-3А. Дополнительно на рефрактометре ИРФ-454Б проводился контроль образцов по показателю преломления n_D^{20} .

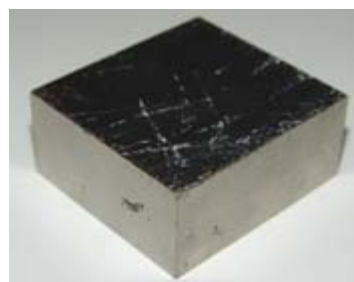
Для создания условий хранения водки при пониженной температуре использовалась морозильная камера бытового холодильника "Минск-МХМ1702" (класс точности $\pm 0,5 ^\circ\text{C}$). Условия повышенной температуры моделировались в хладотермостате ХТ-3/70-2 (класс точности $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$). Комнатная температура (RT) в помещении во время испытаний составляла 18–20 $^\circ\text{C}$. Для создания магнитного поля использовался постоянный магнит размером 55×50×23 мм (рис. 2).

Испытания проводили по следующей методике. Образцы водки в фирменных бутылках выдержива-

Таблица 2. Результаты воздействия отрицательной и комнатной температур на показатели пожаровзрывоопасности водки "Gradus premium"

Номер этапа	Условия хранения		$t_{всп}$ (о. т.), $^\circ\text{C}$	$t_{вос},$ $^\circ\text{C}$	$t_{свс},$ $^\circ\text{C}$	n_D^{20}
	Выдержка, сут	Температура, $^\circ\text{C}$				
Контрольный образец			40	40	507	1,3540
1	2	–17	40	40	504	1,3539
	5	–17	40	40	506	1,3539
2	4	RT	35	38	508	1,3539
	7	RT	37	37	507	1,3537
3	4	–17	38	38	504	1,3538
	7	–17	37	39	503	1,3538
4	5	RT	37	40	503	1,3539
	7	RT	38	40	507	1,3538
5	4	–17	33	37	509	1,3537
	6	–17	36	38	506	1,3539
6	3	RT	37	37	503	1,3541
	9	RT	39	39	502	1,3540
Максимальное отклонение			–3	–7	–5; +2	–0,0003; +0,0001

Примечание. RT — комнатная температура.

**Рис. 1.** Вид образцов для испытаний**Рис. 2.** Вид постоянного магнита

лись при заданной температуре. Условия воздействия магнитного поля создавались с помощью магнита, на поверхность которого устанавливалась бутылка водки. В процессе выдержки образцов периодически

Таблица 3. Результаты воздействия повышенной и комнатной температур на показатели пожаровзрывоопасности водки “Gradus premium”

Номер этапа	Условия хранения		$t_{\text{всп}}$ (о. т.), °C	$t_{\text{вос}}$, °C	$t_{\text{свс}}$, °C	n_D^{20}
	Выдержка, сут	Температура, °C				
Контрольный образец			40	40	506	1,3540
1	2	55	42	42	510	1,3539
	5	55	39	39	507	1,3538
2	4	RT	38	38	507	1,3539
	7	RT	36	38	507	1,3540
3	4	55	38	38	507	1,3539
	7	55	37	39	505	1,3540
4	5	RT	37	39	505	1,3540
	7	RT	36	38	506	1,3539
5	4	55	35	42	500	1,3538
	6	55	36	36	503	1,3539
6	3	RT	34	38	504	1,3540
	9	RT	40	40	506	1,3540
Максимальное отклонение			–4; +2	–6; +2	–6; +4	–0,0002

определялись их температурные показатели пожаровзрывоопасности и показатель преломления n_D^{20} .

Показатель преломления (коэффициент рефракции) n_D^{20} часто используется в качестве идентификационного критерия жидкостей, однако в нашем случае, как видно из табл. 2–5, он оказался малочувствительным к структурным изменениям, происходящим в спиртовом растворе (водке).

Из результатов исследования влияния однотипных факторов на образцы водки “Зеленая марка кедровая” и “Gradus premium” видно, что на первоначальном этапе воздействия температурных условий хранения или магнитного поля происходит заметное изменение кластерной структуры этих образцов, которое приводит к повышению температур воспламенения, самовоспламенения и вспышки в открытом тигле.

Температура вспышки в закрытом тигле для водки “Зеленая марка кедровая” остается неизменной, а для водки “Gradus premium” снижается на 2 °C. На следующих этапах эксперимента фиксируется стремление образцов водки к восстановлению первоначальной структуры, что видно из изменения их температурных показателей пожарной опасности (см. табл. 1).

В табл. 2 и 3 представлены результаты экспериментов по последовательному воздействию циклов отрицательной (повышенной) и комнатной температур на структуру водки “Gradus premium”, которые подтверждают изменение кластерной структуры

Таблица 4. Результаты воздействия магнитного поля постоянного магнита на показатели пожарной опасности водки “Gradus premium”

Номер этапа	Условия хранения		$t_{\text{всп}}$ (о. т.), °C	$t_{\text{вос}}$, °C	$t_{\text{свс}}$, °C	n_D^{20}
	Выдержка, сут	Воздействие магнитного поля*				
Контрольный образец			40	40	506	1,3540
1	2	+	39	39	508	1,3535
	5	+	37	37	507	1,3536
2	4	–	38	38	506	1,3539
	7	–	36	36	505	1,3539
3	4	+	40	40	505	1,3540
	7	+	34	37	505	1,3540
4	5	–	34	38	504	1,3540
	7	–	35	37	505	1,3539
5	4	+	35	39	507	1,3538
	6	+	32	38	503	1,3540
6	3	–	32	35	507	1,3542
	9	–	38	41	505	1,3539
Максимальное отклонение			–8	–5; +1	–3; +2	–0,0005; +0,0002

* + означает воздействие магнитного поля, – — отсутствие его.

Таблица 5. Результаты последовательного воздействия различных температур на показатели пожаровзрывоопасности водки “Gradus premium”

Номер этапа	Условия хранения		$t_{\text{всп}}$ (о. т.), °C	$t_{\text{вос}}$, °C	$t_{\text{свс}}$, °C	n_D^{20}
	Выдержка, сут	Температура, °C				
Контрольный образец			37	38	505	1,3539
1	7	–17	38	39	505	1,3540
2	7	RT	37	38	527	1,3539
3	7	55	36	37	525	1,3538
4	7	RT	40	40	527	1,3540
5	7	–17	35	37	518	1,3530
6	7	RT	38	39	506	1,3539
7	7	55	36	37	506	1,3535
Максимальное отклонение			–2; +3	–1; +2	+22	–0,0004; +0,0001

водки. Можно также отметить, что процесс изменения носит сложный характер, но при этом наблюдаются общие закономерности изменения температуры вспышки в открытом тигле независимо от температурных условий хранения. Так, на 2-м этапе испытаний (выдержка при RT) образцов водки “Gradus premium” наблюдается аномальное снижение температуры вспышки на 4–5 °C. При последующих циклах их выдержки при комнатной темпера-

туре (4-й и 6-й этапы) такого эффекта уже не наблюдается. На 5-м этапе испытаний (выдержка при пониженной или повышенной температуре) отмечается наибольшее снижение температуры вспышки по сравнению с 1-м и 3-м этапами эксперимента. Таким образом, можно говорить, что спиртовой раствор (водка) по-разному реагирует на одинаковые внешние температурные воздействия, которые разделены во времени, что является признаком наличия у водки “химической памяти”.

Анализ результатов экспериментов по влиянию магнитного поля на структуру водки (см. табл. 4) позволяет также констатировать, что спиртовой раствор “различает” 1, 2 и 3-й подходы воздействия магнитного поля (см. табл. 4, этапы 1, 3 и 5) друг от друга.

В табл. 5 представлены данные опытов по изменению структуры водки “Gradus premium” при по-

следовательном воздействии на нее различных температур, которые демонстрируют способность водки по-разному “запоминать” их воздействие. Наиболее ярко этот эффект проявляется в изменении температуры вспышки в открытом тигле, что также указывает на обладание водкой “химической памятью”.

Выводы

В ходе исследований установлено, что воздействие внешних температурных условий хранения и магнитного поля на водку вызывает изменение ее кластерной структуры. Это можно зафиксировать даже с помощью определения температурных показателей пожаровзрывоопасности. Отмечено, что спиртовой раствор (водка) обладает “химической памятью”, с помощью которой он “способен различать” одинаковые внешние воздействия, разделенные во времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Менделеев Д. И. Сочинения. В 25 т. Т. IV / Под ред. В. Е. Тищенко. — Л. : ОНТИ-Химтеорет, 1937. — 564 с.
2. Менделеев Д. И. Сочинения. В 25 т. Т. XVI / Под ред. С. И. Вольфович, Ф. С. Соболева. — Л.-М. : Изд-во АН СССР, 1951. — 482 с.
3. Менделеев Д. И. Сочинения. В 25 т. Т. XVII / Под ред. К. С. Евстропьева, В. В. Яновского. — Л.-М. : Изд-во АН СССР, 1952. — 860 с.
4. Похлебкин В. В. История водки (IX–XX вв.). — М. : Интер-Версо, 1991. — 228 с.
5. Lachenmeier D. W., Kanteres F., Rehm J. Is it possible to distinguish vodka by taste? Comment on structurability : a collective measure of the structural differences in vodkas // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2011. — Vol. 59, No. 1. — P. 464–465.
6. Schaefer D. W., Hu N., Patsaeva S. Structurability and its relation to taste perception. Rebuttal to is it possible to distinguish vodka by taste? A comment on structurability: a collective measure of the structural differences in vodkas // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2011. — Vol. 59, No. 1. — P. 466.
7. Nose A., Hojo M. Hydrogen bonding of water-ethanol in alcoholic beverages // Journal of Bioscience and Bioengineering. — 2006. — Vol. 102, No. 4. — P. 269–280.
8. Райхардт К. Растворители и эффекты среды в органической химии. — М. : Мир, 1991. — С. 26.
9. Николаев А. Ф. Современный взгляд на структуру воды // Известия Санкт-Петербургского технологического института (технического университета). — 2007. — № 1 (27). — С. 110–115.
10. Волошин В. П., Желиговская Е. А., Маленков Г. Г. и др. Структуры сеток водородных связей и динамика молекул воды в конденсированных водных системах // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева). — 2001. — Т. XLV, № 3. — С. 31–37.
11. Смирнов А. Н., Лапиш В. Б., Бальшиев А. В. и др. Супрамолекулярные комплексы воды // Исследовано в России: электронный журнал. — 2004. — Т. 7. — С. 413–421. URL : <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/038.pdf> (дата обращения: 21.07.2012 г.).
12. Березина Е. В., Годлевский В. А., Кузнецов С. А. Молекулярное моделирование строения смазочного слоя // Трение, износ, смазка. — 2008. — Вып. 37. URL : http://www.tribo.ru/netcat_files/313/208/h_ef589ac7df6af4346e21abb688047403 (дата обращения: 21.07.2012 г.).
13. Hu N., Schaefer D. W. Identification of ethanol hydrate complexes by multivariate curve resolution analysis of radial distribution functions // Journal of Molecular Liquids. — 2011. — Vol. 159, No. 3. — P. 189–195.
14. Hu N., Cross K., Burikov S. et al. Structurability: A collective measure of the structural differences in vodkas // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2010. — Vol. 58, No. 12. — P. 7394–7401.
15. Guo J. -H., Luo Y., Augustsson A. et al. Molecular structure of alcohol-water mixtures // Physical Review Letters. — 2003. — Vol. 91, No. 15. — P. 157401-1–157401-4.

16. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Авдеев А. С., Пицальников А. В. О взрывопожароопасности водочной продукции // Пожаровзрывобезопасность. — 2009. — Т. 18, № 2. — С. 20–23.
17. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Пицальников А. В., Вдовин А. В. Горят ли спирты? // Безопасность критических инфраструктур и территорий : матер. III Всерос. конф. и XIII Школы молодых ученых. — Екатеринбург : УрО РАН, 2009. — С. 98.
18. Пицальников А. В., Левковец И. А., Алексеев С. Г., Барбин Н. М. Показатели пожарной опасности водных растворов этанола и водочной продукции // Безопасность критических инфраструктур и территорий : матер. III Всерос. конф. и XIII Школы молодых ученых. — Екатеринбург : УрО РАН, 2009. — С. 300.
19. Пицальников А. В., Левковец И. А., Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Орлов С. А. Пожарная опасность водных растворов этанолов (продолжение) // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации : сб. IV Всерос. науч.-практ. конф. — Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2010. — Ч. 2. — С. 88–89.
20. Алексеев С. Г., Пицальников А. В., Левковец И. А., Барбин Н. М. О пожароопасности водных растворов этанола // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 31–33.
21. Пицальников А. В., Алексеев С. Г., Левковец И. А. и др. Зависимость температуры самовоспламенения от температуры вспышки для системы $C_2H_5OH-H_2O$ // Предупреждение. Спасение. Помощь (современность и инновации) : матер. XXI Междунар. науч.-практ. конф. науч.-пед. состава и обучающихся. — Химки : АГЗ МЧС России, 2011. — С. 110–111.

Материал поступил в редакцию 26 июля 2012 г.

English

INFLUENCE OF EXTERNAL STORAGE CONDITIONS OF VODKA ON ITS FIRE AND EXPLOSIVE HAZARD CHARACTERISTICS

ALEXEEV Sergey Gennadyevich, Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor, Corresponding Member of WASCS, Expert of OOO PROMET (PROMET Ltd.), Senior Research Assistant, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg 620062, Russian Federation; e-mail address: Alexshome@mail.ru)

PISHCHALNIKOV Aleksey Vasilyevich, Head of Laboratory, Forensic Expert Establishment of Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory for the Perm Territory" (Bolshevistskaya St., 53a, Perm 614990, Russian Federation; e-mail address: rina04@rambler.ru)

BARBIN Nikolay Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Head of Chemistry Department, Urals State Agricultural Academy (Karla Libknekhta St., 42, Yekaterinburg 620075, Russian Federation; e-mail address: NMBarbin@yandex.ru)

LEVKOVETS Igor Albertovich, Senior Engineer, Forensic Expert Establishment of Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory for the Perm Territory" (Bolshevistskaya St., 53a, Perm 614990, Russian Federation; e-mail address: asipl@ugps.perm.ru)

ABSTRACT

D. I. Mendeleyev has detected unusual properties of water solutions of ethanol at temperatures below 0 and above 30 °C. Now studying of relation of structure of vodka and its flavouring qualities is an object of investigation of many researchers. In system *water – ethanol* there are various hydrated clusters, therefore change of the physical and chemical properties and flavouring qualities of water solutions of ethanol and vodka is possible to explain only their reorganization of cluster structures. A series of experiments is made for checkout of influence of reorganization cluster structures on fire hazard indices of "Green mark cedar" and "Gradus premium" vodkas. The testing method: samples of vodka in firm bottles are stood at the given temperature (55; 18–20; –17 and –23 °C) within 1–2 weeks. Conditions of magnetic action are created by installation of a bottle of vodka on a surface of a permanent magnet with sizes 55×50×23 mm within 1–2 weeks. FP, fire temperatures and AIT periodically are spotted in the course of a stand-up of samples. At the one-type action (the raised or under temperature, a magnetic field) occurs appreciable change cluster structures of these vodkas which is reflected in magnification of fire temperatures, AIT and FP (o. c.). FP (c. c.) practically does not change. The aspiration of vodkas to original structures restoration is fixed at following stages

of experiment. Reorganization processes of cluster vodka structures have the complex character at consecutive action of cycles of the negative (raised) and room temperature. It is revealed that vodka variously reacts to the equal exterior temperature actions parted in a time that is a presence sign of “chemical memory” at vodka.

REFERENCES

1. Mendeleev D. I. *Sochineniya* [Works]. Leningrad, ONTI-Khimteoret, 1937, vol. IV. 561 p.
2. Mendeleev D. I. *Sochineniya* [Works]. Leningrad–Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1951, vol. XVI. 480 p.
3. Mendeleev D. I. *Sochineniya* [Works]. Leningrad–Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1952, vol. XVII. 854 p.
4. Pokhlebkina V. V. *Istoriya vodki (IX–XX vv.)* [History of vodka (IX–XX centuries)]. Moscow, Inter-Verso Publ., 1991. 228 p.
5. Lachenmeier D. W., Kanteres F., Rehm J. Is it possible to distinguish vodka by taste? Comment on structurability: a collective measure of the structural differences in vodkas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, vol. 59, no. 1, pp. 464–465.
6. Schaefer D. W., Hu N., Patsaeva S. Structurability and its relation to taste perception. Rebuttal to is it possible to distinguish vodka by taste? A comment on structurability: a collective measure of the structural differences in vodkas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, vol. 59, no. 1, p. 466.
7. Nose A., Hojo M. Hydrogen bonding of water-ethanol in alcoholic beverages. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2006, vol. 102, no. 4, pp. 269–280.
8. Reichardt C. *Solvents and solvent effects in organic chemistry*. 2nd ed. Weinheim, VCH, 1988. 534 p. (Russ. Ed.: Raikhardt K. *Rastvoriteli i efekty sredi v organicheskoy khimii*. Moscow, Mir Publ., 1991. p. 26).
9. Nikolayev A. F. Sovremennyy vzglyad na struktury vody [Modern view on the water structure]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo tekhnologicheskogo instituta (technicheskogo universiteta) — Bulletin of Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University)*, 2007, no. 1 (27), pp. 110–115.
10. Voloshin V. P., Zheligovskaya E. A., Malenkov G. G. et al. Struktury setok vodorodnykh svyazey i dinamika molekul vody v kondensirovannykh vodnykh sistemakh [Structures of nets of hydrogen bridges and dynamics of water molecules in the condensed aqueous systems]. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal (Zhurnal Rossiyskogo khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva — Russian Chemical Journal (Journal of Russian chemical society named by D. I. Mendeleev))*, 2001, vol. XLV, no. 3, pp. 31–37.
11. Smirnov A. N., Lapshin V. B., Balyshov A. V. et al. Supramolekulyarnyye komplekсы vody [Supramolecular complexes of water]. *Elektronnyy zhurnal “Issledovano v Rossii” — Online Journal “Investigated in Russia”*, 2004, vol. 7, pp. 413–421. Available at: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/038.pdf> (Accessed 21 July 2012).
12. Berezina E. V., Godlevskiy V. A., Kuznetsov S. A. Molekulyarnoye modelirovaniye stroyeniya smazochnogo sloya [The molecular modelling of a structure of a lubricating layer]. *Treniye, iznos, smazka — Friction, wear, lubrication*, 2008, vol. 37. Available at: http://www.tribo.ru/netcat_files/313/208/h_ef589ac7df6af4346e21abb688047403 (Accessed 21 July 2012).
13. Hu N., Schaefer D. W. Identification of ethanol hydrate complexes by multivariate curve resolution analysis of radial distribution functions. *Journal of Molecular Liquids*, 2011, vol. 159, no. 3, pp. 189–195.
14. Hu N., Cross K., Burikov S. et al. Structurability: A collective measure of the structural differences in vodkas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, vol. 58, no. 12, pp. 7394–7401.
15. Guo J.-H., Luo Y., Augustsson A. et al. Molecular structure of alcohol-water mixtures. *Physical Review Letters*, 2003, vol. 91, no. 15, pp. 157401-1–157401-4.
16. Alexeev S. G., Barbin N. M., Avdeev A. S., Pishchalnikov A. V. O vzryvopozharopasnosti vodochnoy produktsii [About explosion and fire hazard of vodka]. *Pozharovryvobezopasnost — Fire & Explosion Safety*, 2009, vol. 18, no. 2, pp. 20–23. Available at: <http://fire-smi.ru/arhiv2009> (Accessed 20 January 2013).
17. Alexeev S. G., Barbin N. M., Pishchalnikov A. V., Vdovin A. V. Goryat li spirty? [Are alcohols burn?]. *Trudy III Vserossiyskoy konferentsii i XIII Shkoly molodykh uchenykh “Bezopasnost kriticheskikh infrastruktur i territoriy”* [Proc. III All Russian conf. and XIII School of young scientists “Safety of Critical Infrastructures and Territories”]. Yekaterinburg, 2009, pp. 98.
18. Pishchalnikov A. V., Levkovets I. A., Alexeev S. G., Barbin N. M. Pokazateli požarnoy opasnosti vodnykh rastvorov etanola i vodochnoy produktsii [Fire hazard indices of ethanol and alcoholic production]. *Trudy III Vserossiyskoy konferentsii i XIII Shkoly molodykh uchenykh “Bezopasnost kriticheskikh infrastruktur i territoriy”* [Proc. III All Russian conf. and XIII School of young scientists “Safety of Critical Infrastructures and Territories”]. Yekaterinburg, 2009, pp. 300.

19. Pishchalnikov A. V., Levkovets I. A., Alexeev S. G., Barbin N. M. Pozharnaya opasnost vodnykh rastvorov etanola (prodolzheniye) [Fire hazard of water solutions of ethanol (continuation)]. *Sbornik IV Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Aktualnyye problemy obespecheniya bezopasnosti v Rossiiskoy Federatsii"* [Proc. IV All-Russian scientific conference "Actual Problems of Safety in the Russian Federation"]. Yekaterinburg, 2010, vol. 2, pp. 88–89.
20. Alexeev S. G., Pishchalnikov A. V., Levkovets I. A., Barbin N. M. O pozharnoy opasnosti vodnykh rastvorov etanola [About fire hazard of aqueous alcoholic solutions]. *Pozharovryvobezopasnost — Fire & Explosion Safety*, 2010, vol. 19, no. 5, pp. 31–33. Available at: <http://fire-smi.ru/arhiv2010> (Accessed 20 January 2013).
21. Pishchalnikov A. V., Levkovets I. A., Alexeev S. G. et al. Zavisimost temperatury samovosplamene-niya ot temperatury vspyshki dlya sistemy $C_2H_5OH-H_2O$ [Dependence of autoignition temperature from flash point for system $C_2H_5OH-H_2O$]. *Materialy XXI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfe-rentsii "Preduprezhdeniye. Spaseniye. Pomoshch (sovremennost i inovatsii)"* [Proc. XXI International scientific conference "Prevention. Rescue. Help (present and innovations)"]. Khimki, 2011, pp. 110–111.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Предлагает вашему вниманию

Л. П. Пилюгин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВНУТРЕННИХ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ



Настоящая книга посвящена проблеме прогнозирования последствий внутренних взрывов газо-, паро- и пылевоздушных горючих смесей (ГС), образующихся при аварийных ситуациях на взрывоопасных производствах. В книге материал излагается применительно к дефлаграционным взрывам, которые обычно имеют место при горении ГС на этих производствах.

В качестве основных показателей при прогнозировании последствий аварийных взрывов ГС рассматриваются ожидаемый характер и объем разрушений строительных конструкций в здании (сооружении), в котором происходит аварийный взрыв.

Книга продолжает исследования автора в области проектирования зданий взрывоопасных производств и оценки надежности строительных конструкций (на основе метода преобразования рядов распределения случайных величин).

С использованием методов теории вероятностей разработаны методики: определения характеристик взрывной нагрузки как случайной величины; оценки вероятностей разрушения конструкций, характера и объема разрушений в здании при внутреннем аварийном взрыве. Приведенные методики сопровождаются примерами расчетов для зданий различных объемно-планировочных решений.

121352, г. Москва, а/я 43;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



НОВЫЙ ЕТ БЕТОН

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ И ЦЕНА – ВНЕ КОНКУРЕНЦИИ

Универсальная сейсмостойчивая (до 9 баллов) система конструктивной огнезащиты, тепло- и звукоизоляции железобетона. Гарантирует более 25 лет безопасной эксплуатации стержневых и плоских, монолитных и сборных, полнотелых и пустотных конструкций.

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ:

1. Базальтовая огнезащитная тепло- и звукоизоляционная плита **EURO-Лит 80**. Выпускается размерами 1200 x 1000 мм или 1000 x 600 мм, толщиной 30–200 мм без обкладки, кашированной с одной стороны алюминиевой фольгой или стеклохолстом.

Технические характеристики:

- объемная плотность — **80 кг/м³**;
- коэффициент теплопроводности — **не более 0,034 Вт/(м·К)**;
- водопоглощение по объему — **не более 1,5 %**;
- индекс звукопоглощения — **1** (при толщине 100 мм);
- прочность на отрыв слоев — **не менее 7 кПа**.

2. Крепежный анкерный элемент **Mungo** из оцинкованной стали:

- **штифт** Ø 8 x 70–250 мм (в зависимости от толщины плиты EURO-Лит 80);
- **диск** 0,5 x Ø внут. 8,5 x Ø наруж. 70 мм; выдерживает нагрузку до 180 кгс.

Количество точек крепления на одну плиту

EURO-Лит 80 размерами:

1200 x 1000 мм — **9 шт.**;

1000 x 600 мм — **5 шт.**

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖА:

1. Зачистка бетонной поверхности.
2. Разметка и раскрой плит EURO-Лит 80.
3. Бурение отверстий в бетоне перфоратором через плиту EURO-Лит 80.
4. Забивание в отверстие анкерного крепежного элемента до упора диска в наружную поверхность плиты EURO-Лит 80.

При монтаже плиты должны плотно (без зазоров) прилегать друг к другу.



ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ:

- надежность и долговечность;
- экологическая чистота, радиационная безопасность;
- возможность монтажа при отрицательной температуре;
- технологичность монтажа, «чистота» процесса;
- доступность контроля при монтаже и эксплуатации;
- ремонтпригодность;
- минимальная нагрузка на конструкцию;
- дополнительная тепло- и звукоизоляция;
- влагостойкость (при использовании фольгированной плиты);
- вибро- и сейсмостойчивость;
- эстетичность внешнего вида.

ЕТ БЕТОН ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПРЕДЕЛ ОГНЕСТОЙКОСТИ Ж/Б КОНСТРУКЦИЙ (мин, не менее):

- REI 90** — при толщине плиты EURO-Лит 80 **30 мм**;
REI 120 — при толщине **40 мм**;
REI 150 — при толщине **50 мм**;
REI 180 — при толщине **60 мм**;
REI 240 — при толщине **80 мм**.

Идеальное решение для защиты перекрытий между помещениями с различными температурными режимами (например, размещение неотапливаемого паркинга в жилых и административно-общественных зданиях).



624223 Свердловская обл.
г. Нижняя Тура, ул. Малышева, 59
Отдел огнезащитных материалов:
(34342) 2-61-35, 2-62-70
e-mail: oom@tizol.com

Отдел продаж: 2-62-44, 2-62-80, 2-62-08
e-mail: market@tizol.com
www.tizol.com

**КРУПНЕЙШАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ВЫСТАВКА ПО БЕЗОПАСНОСТИ**

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2013

21-24 МАЯ

Москва, Всероссийский выставочный центр,
Павильон 75



www.isse-russia.ru



Федеральная служба
по военно-техническому
сотрудничеству (ФСВТС России)

РЕКЛАМА

В. М. ЖАРТОВСКИЙ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля МЧС Украины (Украина, 18034, г. Черкассы, ул. Оноприенко, 8)

В. В. НИЖНИК, канд. техн. наук, начальник центра, Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты МЧС Украины (Украина, 01011, г. Киев, ул. Рыбальская, 18)

С. В. ЖАРТОВСКИЙ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты МЧС Украины (Украина, 01011, г. Киев, ул. Рыбальская, 18, e-mail: zhart20@ukr.net)

А. В. ДОБРОСТАН, заместитель начальника центра, Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты МЧС Украины (Украина, 01011, г. Киев, ул. Рыбальская, 18)

УДК 614.849

ПАССИВНАЯ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КУПОЛОВ ЦЕРКВЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ

Приведены результаты натурных испытаний и лабораторных исследований древесины, обработанной различными огнезащитными пропиточными составами, которые могут быть использованы для пассивной противопожарной защиты деревянных конструкций куполов церквей. Предложен критерий оценки качества огнезащитной обработки древесины, в основу которого положен метод определения температуры воспламенения материалов. Выявлена корреляция между предложенным коэффициентом качества огнезащитной обработки древесины и временем огнезащиты при пассивной противопожарной защите деревянных конструкций куполов церквей.

Ключевые слова: пассивная противопожарная защита; пропиточный состав.

Основополагающим нормативным документом в области пожарной безопасности ГОСТ 12.1.004–91* [1] закреплено определение системы обеспечения пожарной безопасности объекта (СОПБО). Согласно ему СОПБО представляет собой сложную систему, которая состоит из трех составляющих (подсистем): подсистемы предупреждения пожара, подсистемы противопожарной защиты и подсистемы организационно-технических мероприятий. Подсистемы тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены, поэтому их необходимо рассматривать, с одной стороны, как целостную структуру, а с другой — как отдельные системы, так как в них действует множество разноплановых факторов, приводящих к разным по природе процессам.

Противопожарная защита объекта должна достигаться применением активной и пассивной противопожарной защиты либо их комбинацией. Пассивная противопожарная защита предусматривает нанесение средств огнезащиты на конструкции заблаговременно, что не требует дополнительной мобилизации их во время тушения пожара.

Учитывая конструктивные и архитектурные особенности куполов церквей, а также их труднодоступность для подразделений пожарной охраны, при-

оритетным видом противопожарной защиты таких объектов следует признать пассивную противопожарную защиту. Основной функциональной задачей пассивной противопожарной защиты объекта является обеспечение нормативного времени противодействия возникновению пожара или его задержки на начальной стадии до прибытия пожарных подразделений. На Украине такой норматив составляет 5 мин для городов и 12 мин — для сельской местности.

Отсутствие пассивной противопожарной защиты в церквях часто приводит к тяжелым последствиям с многочисленными человеческими жертвами, так как такие объекты относятся к категории объектов с массовым пребыванием людей. Примером может служить пожар большого купола кафедрального Благовещенского собора в Харькове в 1997 г.

Рынок средств для пассивной противопожарной защиты деревянных конструкций охватывает большое количество огнебиозащитных пропиточных составов. Определение огнезащитной эффективности и проведение сертификационных испытаний этих составов осуществляется по методике ГОСТ 16363–98 [2] при воздействии источника горения на испытуемый образец огнезащищенной древесины в течение

ние 2 мин. Время такого огневого воздействия значительно отличается от времени начальной стадии развития пожара на реальном объекте. Практические и научные данные [3] свидетельствуют об отсутствии должной корреляции результатов сертификационных испытаний пропиточных составов с их реальной эффективностью, которую они способны показать на практике, при применении их для огнезащиты деревянных конструкций на объектах.

Целью данной работы является определение возможности применения пропиточных огнебиозащит-

ных составов ДСА-2 и “Неомид 450-1” для пассивной противопожарной защиты деревянных конструкций куполов церквей.

Для отработки системы пассивной противопожарной защиты объекта в виде подкупольного пространства церквей использовали следующие пропиточные огнезащитные составы: ДСА-2 (ТУ У 24.6-32528450-001:2003), состоящий из водного раствора антипиренов и водного раствора полимерного антисептика, и “Неомид 450-1” (ТУ 2499-048-98536873), состоящий из водного раствора антипиренов и целевых добавок. Деревянные элементы обрабатывались поверхностным способом. Макет пожарной нагрузки представлял собой 1/8 часть купола церкви условно параболической формы с радиусом основания 0,8 м и пожарной нагрузкой 8 МДж/м², что соответствует реальной пожарной нагрузке наиболее распространенного на Украине купола [4]. Макет пожарной нагрузки состоит из деревянных нестроганных сосновых брусков с размерами поперечного сечения 50×50 мм, укладываемых на металлический каркас; трех термпар типа ТХА, устанавливаемых в верхней, средней и нижней частях макета, вдоль его центральной оси; прибора ИВС “Термоконт” для регистрации значений температур в определенных точках; модельного очага пожара класса В для поджога макета пожарной нагрузки (рис. 1 и 2).

В качестве очага класса В был использован модельный очаг типа 21В, который представляет со-



Рис. 1. Общий вид макета пожарной нагрузки подкупольного пространства (слева) и макет купола церкви (справа)

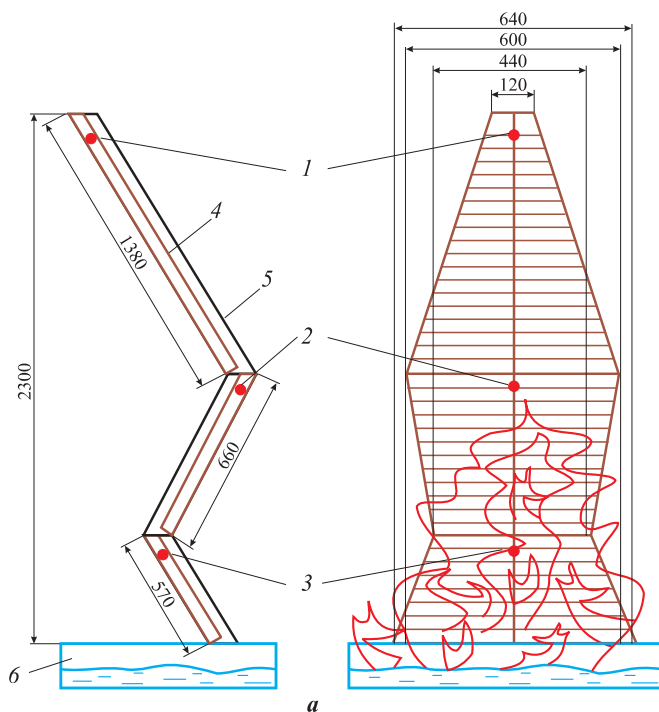


Рис. 2. Схема (а) и вид (б) макета пожарной нагрузки для натурных огневых испытаний с целью исследования эффективности пассивной противопожарной защиты: 1, 2, 3 — термпары; 4 — сосновый брус; 5 — металлический каркас; 6 — модельный очаг класса В



Рис. 3. Фрагмент натурных огневых испытаний деревянных брусков макета пожарной нагрузки, обработанных ДСА-2: *а, б* — вид макета пожарной нагрузки соответственно до и после испытаний; *в, з* — состояние деревянных брусков макета пожарной нагрузки соответственно после 300 и 720 с воздействия очага класса В

бой металлическое деко с внутренним диаметром $d = 900$ мм и высотой бортика $h = 150$ мм. В деко заливали 7 л воды, к которой добавляли бензин марки А-92:

- 4 л — обеспечивает длительность его горения (300 ± 15) с;
- 10 л — обеспечивает длительность его горения (720 ± 25) с.

Определение эффективности применения огнезащитных средств для деревянных подкупольных конструкций во время проведения натурных огневых испытаний осуществлялось путем расчета потери массы обработанных огнезащитными средствами деревянных брусков после огневого воздействия.

Вначале проводились натурные огневые испытания на макете пожарной нагрузки с деревянными брусками, не обработанными средствами огнезащиты. Было установлено, что скорость потери массы деревянных брусков во время огневого воздействия очага класса В составила 1,5 кг/мин.

В дальнейшем проводились натурные огневые испытания на макете пожарной нагрузки с деревян-

ными брусками, обработанными поверхностным способом огнебиозащитными средствами ДСА-2 и “Неомид 450-1”. Испытания показали, что макет с деревянными брусками, обработанными средством ДСА-2, выдерживает огневое воздействие очага класса В: древесина обугливается и не поддерживает горения (рис. 3). Испытания деревянных брусков, обработанных составом “Неомид 450-1”, показали, что после выгорания очага класса В в течение 300 с наблюдается наличие небольшого числа источников самостоятельного горения с жаром на поверхности. В дальнейшем, на протяжении 20 мин наблюдения, фиксировалось незначительное распространение пламени по поверхности брусков, которое в итоге самостоятельно затухло. При горении очага класса В в течение 720 с наблюдалось массовое горение брусков, что привело к их сгоранию и разрушению макета (рис. 4).

Обобщенные результаты исследований по определению эффективности пассивной противопожарной защиты подкупольных деревянных конструкций церковей приведены в табл. 1.

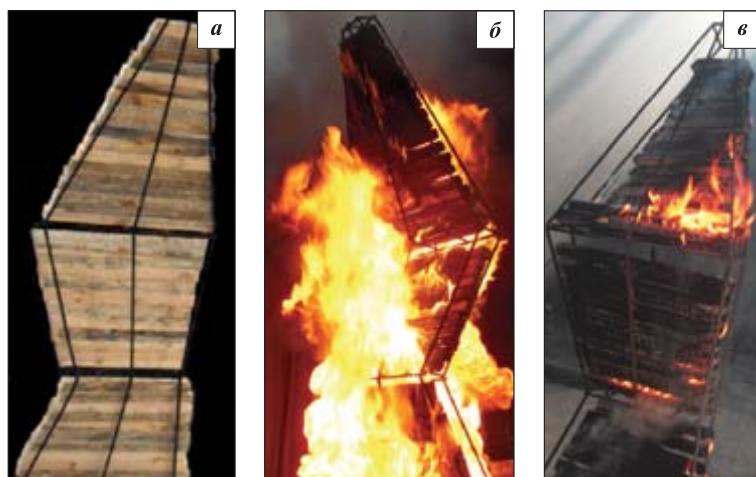


Рис. 4. Фрагмент натурных огневых испытаний деревянных брусков макета пожарной нагрузки, обработанных средством “Неомид 450-1”: *а* — начальный вид макета пожарной нагрузки до испытаний; *б* — вид макета пожарной нагрузки во время горения очага класса В; *в* — состояние деревянных брусков макета пожарной нагрузки после 300 с воздействия очага класса В

Таблица 1. Обобщенные результаты исследований по определению относительной потери массы деревянных брусков макета пожарной нагрузки, обработанных огнезащитными средствами ДСА-2 и “Неомид 450-1”

Испытуемый образец	Время воздействия очага класса В, с	Критерий оценки огнезащитной эффективности		
		Максимальные значения температур в точках 1; 2; 3, °С	Скорость потери массы макета пожарной нагрузки, кг/мин	Глубина обугливания деревянных брусков в точках 1; 2; 3, мм
Необработанные деревянные бруски	300	127; 877; 977	1,50	Полное сгорание
Деревянные бруски, обработанные ДСА-2*	300	100; 420; 540	0,75	1,0; 1,5; 2,0
	720	100; 480; 563	0,75	1,0; 3,0; 5,0
Деревянные бруски, обработанные средством “Неомид 450-1”*	300	120; 650; 730	1,10	1,0; 2,0; 3,0
	720	125; 830; 963	1,30	Полное сгорание

* Обеспечивает I группу огнезащитной эффективности по ГОСТ 16363–98 [2].

Таким образом, экспериментальные исследования показали, что при источнике горения очага класса В с нагрузкой 8 МДж/м² огнебиозащитный состав “Неомид 450-1” может защитить объект от пожара в течение 5 мин, а огнебиозащитный состав ДСА-2 — в течение 12 мин (а возможно, и более длительное время). При одинаковой эффективности огнезащиты древесины, определяемой на образцах древесины размером 150×60×30 мм по методике ГОСТ 16363–98 [2], была получена различная эффективность противопожарной защиты деревянных конструкций. Это связано с тем, что различные по составу средства по-разному влияют на пожарно-технические характеристики древесины [5].

Важным научно-практическим моментом в пассивной противопожарной защите объекта с использованием огнезащитных пропиточных составов для древесины является вопрос о способе определения качества огнезащитных работ и о сохранении необходимого уровня огнезащиты в процессе эксплуатации огнезащищенной древесины. В настоящее время для этих целей используется метод определения горючести стружки, снятой с огнезащищенной древесины, толщиной до 1 мм. В качестве источника горения используют горящую спичку или прибор ПМП-1 [6]. Однако согласно ГОСТ 30219–95 [7] указанным методом можно верифицировать качество обработки теми огнезащитными пропитками, которые обеспечивают II группу огнезащитной эффективности древесины. Для определения качества огнезащиты древесины, защищенной составами, обеспечивающими I группу огнезащитной эффективности, согласно п. 5.8 [7] следует проводить испытания по методам, установленным стандартами. Однако такие стандарты (методы, методики) так и не были разработаны.

В настоящее время в Российской Федерации дополнительно к основному экспресс-методу (методу “стружки”) в качестве арбитражного используют лабораторный метод дифференциального термическо-

го анализа, согласно которому исследуются термические превращения в огнезащищенной древесине в интервале температур воспламенения этого материала. Указанный метод можно использовать даже для идентификации использованных на объекте огнезащитных средств [8]. Однако недостатком этого метода является то, что в нем не используется открытое пламя и, таким образом, не имитируется весь комплекс факторов, оказывающих влияние на огнезащищенную древесину в условиях реальных пожаров.

Считаем, что лучшая имитация влияния факторов пожара на огнезащищенную древесину достигается при определении температуры воспламенения. Суть метода экспериментального определения температуры воспламенения твердых веществ и материалов согласно п. 4.7 ГОСТ 12.1.044–89* [9] заключается в определении минимальной температуры, при которой наблюдается воспламенение и устойчивое горение (в течение более 5 с) образцов материала при их внесении в воздушный поток трубчатой печи с заданной температурой и воздействию на них пламени от источника зажигания. В качестве температуры воспламенения принимается среднее арифметическое двух значений температуры, отличающихся не более чем на 10 °С, при одном из которых наблюдается воспламенение трех образцов, а при другом — три отказа (воспламенение отсутствует).

Для подтверждения данной гипотезы были проведены исследования по определению температуры воспламенения огнезащищенной древесины. Образцы сосновой древесины размером 150×60×30 мм обрабатывались различными огнезащитными средствами согласно инструкциям по их применению. С поверхности обработанных образцов, имеющих различную потерю массы [2], снимали пробы в виде стружки толщиной 1 мм и определяли температуру воспламенения согласно п. 4.7 [9]. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований по определению потери массы и температуры воспламенения образцов сосновой древесины, защищенных различными огнезащитными средствами, и расчетные значения коэффициента качества K_k

Огнезащитный состав	Номер группы образцов	Способ обработки, число наносимых слоев	Расход огнезащитного состава (рабочего раствора), г/м ²	Потеря массы образца *, %	Группа огнезащитной эффективности*	Температура воспламенения, °С	Коэффициент качества K_k	Температура отходящих газов *, °С
ДСА-2	1	Поверхностный, 3	629	8	I	440	38	220
	2	Поверхностный, разбавленный раствор, 3	290	11	II	340	32	260
	3	Поверхностный, разбавленный раствор, 3	250	16	II	305	25	290
Неомид 450-1	4	Поверхностный, 4	668	8,6	I	275	22	455
	5	Поверхностный, 3	491	15,3	II	265	16	575
	6	Поверхностный, 2	205	19	II	260	13	594

* По ГОСТ 16363–98 [2].

По результатам определения температуры воспламенения образцов огнезащитной древесины можно построить ряды эффективности или ряды качества огнезащитной обработки. Указанные ряды характерны для каждого отдельного огнезащитного средства в диапазоне температур: для ДСА-2 — от 440 до 305 °С, для состава “Неомид 450-1” — от 275 до 260 °С. Необходимо также обратить внимание на то, что испытание образцов, обработанных средством “Неомид 450-1”, показало весьма высокие значения температуры отходящих газов.

На практике более удобно пользоваться относительными величинами, поэтому можно предложить эмпирическую формулу для определения коэффициента качества огнезащитной обработки:

$$K_k = 100 (1 - T_{\text{внд}}/T_{\text{вод}}),$$

где $T_{\text{внд}}$, $T_{\text{вод}}$ — температура воспламенения соответственно необработанной и огнезащитной древесины.

С использованием данной формулы рассчитаны коэффициенты качества огнезащитной обработки при использовании различных средств огнезащиты, которые приведены в табл. 2. Для каждого огнезащитного средства можно определить диапазон значений K_k , который отвечает I или II группе огнезащитной эффективности. Например, для средства ДСА-2 для обеспечения I группы эффективности $K_k \geq 35$, а для обеспечения II группы огнезащитной эффективности — $K_k = 34 \div 20$. Значения K_k для ДСА-2 больше, чем для состава “Неомид 450-1”, что указывает на большую эффективность огнезащиты древесины, которую может обеспечить применение ДСА-2. Это подтверждается результатами огневых натурных испытаний деревянных конструкций куполов церквей.

В дальнейшем для достоверной оценки огнезащитных свойств конструкций из древесины (каче-

ства огнезащиты) целесообразно провести дополнительные лабораторные испытания по определению температуры воспламенения древесины, огнезащитной сертифицированными огнезащитными средствами, для составления эталонной базы данных.

Таким образом, в качестве критерия качества огнезащитной обработки деревянных конструкций на объектах можно принять температуру воспламенения верхнего слоя огнезащитной древесины толщиной 1 мм. Расчеты предложенного коэффициента качества огнезащитной обработки создают основы для разработки экспериментально-расчетного метода определения качества огнезащиты деревянных конструкций на реальных объектах. Указанный метод целесообразно будет использовать в качестве арбитражного (и/или дополнительного) к методам, указанным в пп. 5.7, 5.8 [7].

Выводы

Экспериментальные испытания и исследования показали, что огнебиозащитные пропиточные составы могут обеспечивать пассивную противопожарную защиту деревянных конструкций куполов церквей. В зависимости от эффективности пропиточных составов и величины пожарной нагрузки защитное время на начальной стадии пожара для огнезащитного состава “Неомид 450-1” составляет 5 мин, для ДСА-2 — 12 мин. Для определения качества огнезащитной обработки древесины на объектах предложен критерий, в основу которого положен метод определения температуры воспламенения материалов по п. 4.7 ГОСТ 12.1.044–89* [9]. Выявлена корреляция между предложенным коэффициентом качества огнезащитной обработки древесины и временем огнезащиты при пассивной противопожарной защите деревянных конструкций куполов церквей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.004–91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. — Введ. 01.07.92 г. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 91 с.
2. ГОСТ 16363–98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. — Введ. 01.07.99 г. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 7 с.
3. Трушкин Д. В., Корольченко О. Н., Бельцова Т. Г. Горючесть древесины, обработанной огнезащитными составами // Пожаровзрывобезопасность. — 2008. — Т. 17, № 1. — С. 29–33.
4. Культовые постройки и сооружения различных конфессий. Пособие по проектированию / Под общ. ред. В. В. Куцевича. — Киев : ЗНИИЭП, 2002. — С. 15–24.
5. Корольченко О. Н. Влияние средств огнезащиты на пожарную опасность древесины : дис. ... канд. техн. наук. — М. : МГСУ, 2010. — 221 с.
6. Способы и средства огнезащиты древесины : руководство. 4-е изд., перераб. и доп. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2011. — 79 с.
7. ГОСТ 30219–95. Древесина огнезащищенная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. — Введ. 01.07.96 г. (в Республике Беларусь); 01.01.98 г. (на Украине). — Минск : Белстандарт, 1995; Киев : Госстандарт Украины, 1997.
8. Смирнов Н. В., Булага С. Н., Дудеров Н. Г. Контроль качества огнезащитных работ // Пожарная безопасность. — 2004. — № 6. — С. 51–56.
9. ГОСТ 12.1.044–89*. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. — Введ. 01.01.91 г. — М. : ИПК “Изд-во стандартов”, 2001.

Материал поступил в редакцию 19 декабря 2012 г.

English

PASSIVE FIRE PROTECTION OF WOODEN CONSTRUCTIONS OF CHURCHES DOMES WITH APPLICATION OF IMPREGNATING COMPOUNDS

ZHARTOVSKIY Vladimir Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Ukraine, Academy of Fire Safety named after Chernobyl Heroes, Ministry of Emergencies of Ukraine (Onoprienko St., 8, Cherkassy 18034, Ukraine)

NIZHNIK Vadim Vasilyevich, Candidate of Technical Sciences, Chief of Centre, Ukrainian Scientific-Research Institute of Civil Protection, Ministry of Emergencies of Ukraine (Rybalskaya St., 18, Kiev 01011, Ukraine)

ZHARTOVSKIY Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Leading Research Assistant, Ukrainian Scientific-Research Institute of Civil Protection, Ministry of Emergencies of Ukraine (Rybalskaya St., 18, Kiev 01011, Ukraine; e-mail address: zhart20@ukr.net)

DOBROSTAN Aleksandr Vasilyevich, Deputy Chief of Centre, Ukrainian Scientific-Research Institute of Civil Protection, Ministry of Emergencies of Ukraine (Rybalskaya St., 18, Kiev 01011, Ukraine)

ABSTRACT

Because of constructive and architectural features, domes of churches are remote for firemen divisions. It is necessary to recognize passive fire-prevention protection as a priority kind of fire-prevention protection for domes. Such protection is defined by application of means which are put in advance and do not demand additional mobilization during fire extinguishing.

The basic functional task of passive fire-prevention protection of object is maintenance of a standard time of counteraction to occurrence of a fire or its delay at an initial stage before arrival of firemen divisions. In Ukraine such specification makes 5 minutes for cities and 12 minutes for countryside.

The purpose of the given work is to define a possibility of application of fire-bio-protective impregnating compounds DSA-2 and Neomid 450-1 for passive fire-prevention protection of wooden constructions of churches domes.

Researches were effected on a breadboard model of a dome which made of 1/8 part of its real size with fire loading 8 MJ/m². Wooden model were impregnated by compounds DSA-2 and Neomid 450-1 in superficial way. As for a fire-centre we used the standard modeling fire-centre of type 21B. As for fuel we used gasoline of mark A-92, 4 litres of gasoline were provided with fire-centre burning for (300±15) s, and 10 litres of gasoline were provided with fire-centre burning for (720±25) s. Tests have shown that the breadboard model processed by compounds DSA-2 maintains burning of the fire-centre of a class B during 720 s. Wooden model was charred and further did not support burning. Wooden model processed by Neomid 450-1 maintains burning of the fire-centre of a class B during 300 s, but after 720 s of fire-centre burning we observed mass burning of wooden model that led to model combustion and its total destruction.

As for efficiency criterion of fire protection of wood with application of impregnating compounds it is offered to use ignition temperature of fire-protected wood. Correlation between the offered quality factor of fireproof processing of wood and fire-proving time is revealed at passive fire-prevention protection of wooden constructions of churches domes.

Keywords: passive fire protection; impregnating compound.

REFERENCES

1. *GOST 12.1.004–91*. SSBT. Pozharnaya bezopasnost. Obshchiye trebovaniya* [State Standard 12.1.004–91*. Occupational safety standards system. Fire safety. General requirements]. Moscow, IPK Izdatelstvo Standartov Publ., 2002. 91 p.
2. *GOST 16363–98. Sredstva ognезashchitnyye dlya drevesiny. Metody opredeleniya ognезashchitnykh svoystv* [State Standard 16363–98. Fire protective means for wood. Methods for determination of fire protective properties]. Moscow, IPK Izdatelstvo Standartov Publ., 2002. 7 p.
3. Trushkin D. V., Korolchenko O. N., Beltsova T. G. Goryuchest drevesiny, obrabotannoy ognезashchitnymi sostavami [Combustibility of the wood processed by fireproof matters]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2008, vol. 17, no. 1, pp. 29–33.
4. Kutsevich V. V. (ed.) *Kultovyye postroyki i sooruzheniya razlichnykh konfessiy. Posobiye po proektirovaniyu* [Cult buildings and constructions of various faiths. The grant on designing]. Kiev, Zone Research and Design Institute on Civil Engineering Publ., 2002, pp. 15–24.
5. Korolchenko O. N. *Vliyaniye sredstv ognезashchity na pozharnuyu opasnost drevesiny*. Dis. kand. tekhn. nauk [Influence of fire retardant compositions on fire danger of wood. Cand of tech. sci. diss.]. Moscow, 2010. 221 p.
6. *Sposoby i sredstva ognезashchity drevesiny: rukovodstvo. 4-e izdaniye, pererabotannoe i dopolnennoye* [Ways and compositions of fire retardant for wood]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2011. 79 p.
7. *GOST 30219–95. Drevesina ognезashchishchennaya. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Metody ispytaniy. Transportirovaniye i khraneniye* [State Standard 30219–95. Fire retardant wood. General technical requirements. Test methods. Transportation and storage]. Minsk, Belstandart Publ., 1995; Kiev, Gosstandart Ukrainy Publ., 1997.
8. Smirnov N. V., Bulaga S. N., Duderov N. G. Kontrol kachestva ognезashchitnykh rabot [Quality assurance of fireproof works]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2004, no. 6, pp. 51–56.
9. *GOST 12.1.044–89*. Pozharovzryvopasnost veshchestv i materialov. Nomenklatura pokazateley i metody ikh opredeleniya* [State Standard 12.1.044–89*. Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination]. Moscow, IPK Izdatelstvo Standartov Publ., 2001.

Е. Ю. КОЛЕСНИКОВ, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник,
Поволжский государственный технологический университет
Министерства образования и науки Российской Федерации
(Россия, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3; e-mail: e.konik@list.ru)

УДК 614.8:005.334

О МОДЕЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПОЖАРНОГО РИСКА НАЗЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА С БЕНЗИНОМ

Показана принципиальная важность всемерного развития методов количественной оценки неопределенности, сопровождающей любые численные оценки при анализе пожарного риска. Даны краткие сведения о количественной оценке неопределенности, ее природе и источниках. На примере простого объекта — наземного резервуара с бензином — указаны источники модельной (в том числе сценарной) неопределенности, возникающей при анализе риска с использованием отечественных нормативных методик. Показано, что реализация сценария BLEVE возможна только на резервуарах типа РГС (горизонтального типа). Даны современные представления о механизме явлений, предшествующих взрыву этого типа и сопровождающих его.

Ключевые слова: пожарная безопасность; пожарный риск; сценарный подход; источники неопределенности; BLEVE.

Введение

Относительно новый для нашей страны подход к управлению техногенной безопасностью (в том числе пожарной) заключается в использовании риск-менеджмента — методологии, основанной на анализе и количественной оценке риска (КОР). Можно сослаться, например, на “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [1]. Анализ техногенного риска (АТР) является видом экспертной деятельности, заключающимся в присвоении численных значений ряду параметров, характеризующих опасность нанесения ущерба со стороны той или иной технической системы или процесса людям, окружающей среде, материальным и нематериальным ценностям. При выполнении АТР пользуются всей доступной информацией:

- о свойствах изучаемой технической системы;
- о моделях развития во времени и пространстве физических процессов, сопровождающих нештатное (аварийное) высвобождение опасных веществ и/или энергии;
- о расположении на местности потенциальных объектов поражения.

Необходимые количественные оценки риска аналитик выполняет либо с использованием справочных данных, либо расчетом по моделям, либо экспертно, опираясь на собственную интуицию или формальные рассуждения. В любом случае получаемые численные оценки параметров задачи только кажутся точными. На самом деле они являются лишь меткой (маркером) интервала, в котором в действительности находится истинное значение параметра. Подобный интервал в современной метрологии при-

нято характеризовать величиной неопределенности. Неопределенность полученной оценки техногенного риска достаточно информативно характеризует значимость выполненной работы. Например, если результат получен с чрезмерно большой неопределенностью, то практическая ценность выполненной работы весьма мала. При этом нередко протяженность интервала неопределенности может достигать нескольких порядков величины.

В связи со сказанным немало вопросов вызывает постановка вопроса об обеспечении пожарной безопасности в Техническом регламенте [1], где в качестве единственного критерия для принятия решения выбран результат количественной оценки риска, который предложено сравнивать с точечным пороговым значением.

По нашему мнению, в настоящее время менеджмент риска следует рассматривать как средство, дополняющее традиционные детерминистические меры (ограничения и надзора) обеспечения безопасности. Это связано с тем, что безусловные достоинства методологии менеджмента техногенного (в частности, пожарного) риска — гибкость, объективность, обоснованность математическим моделированием — во многом “компенсируются” существенной неопределенностью получаемых результатов. Как уже было отмечено выше, для итогов количественной оценки риска интервал неопределенности зачастую составляет три и более порядков величины. Именно этим фактом, иногда замалчиваемым, иногда игнорируемым, обуславливается скептическое отношение к применимости методологии КОР в целом. По-

нимание и признание этого факта означает следующее:

1) методология риск-менеджмента является хорошим инструментом для управления техногенной (пожарной) безопасностью, но не абсолютным. Больше всего она подходит для задач, связанных со сравнительными исследованиями, с выбором оптимального решения из серии альтернатив, предлагая хорошие критерии для такого выбора;

2) в настоящее время эта методология не может служить альтернативой традиционным (“выстраданным”) подходам к обеспечению техногенной безопасности;

3) необходимо всемерно развивать научные исследования, направленные на количественную оценку неопределенности результатов КОР и разработку способов ее уменьшения.

О природе неопределенности результатов анализа техногенного риска

В области исследований количественной оценки неопределенности (КОН) техногенного риска следует отметить серьезное отставание отечественной науки от зарубежной. Это нагляднее всего иллюстрирует соотношение количества публикаций по данной проблеме на русском и английском языках — десяток против нескольких сотен (если не тысяч). В отечественных нормативно-методических документах (НМД) по проблематике техногенного риска раздел КОН либо отсутствует вовсе [2–7], либо носит декларативный характер [8, 9]. Иными словами, практические рекомендации по выполнению КОН отсутствуют.

Касаясь толкования базового понятия “риск” применительно к сфере техногенной (пожарной, в частности) безопасности, можно привести распространенное определение достаточно общего типа: “*риск — это сочетание вероятности события и его последствий*” [9]. Данное определение можно сформулировать несколько иначе: *техногенный риск — это векторная величина, имеющая два компонента: вероятностный компонент риска (ВКР) и компонент риска, связанный с ущербом от аварии (КРУ).*

Применительно к анализу риска следует четко разграничивать два аспекта понятия “неопределенность” — качественный и количественный. Качественный аспект характеризует полноту и адекватность имеющихся знаний об изучаемом объекте или явлении. Такое толкование неопределенности широко используется в экономической науке. В области анализа техногенного риска с самого начала стремились к количественному выражению неопределенности получаемых результатов (можно сослаться на знаменитый отчет о безопасности коммерческих ядерных реакторов WASH-1400, подготовленный

в 1975 г. научным коллективом под руководством проф. Н. Расмуссена [10]). Иначе говоря, неопределенность в АТР выступает в качестве меры разброса (рассеивания) результата, т. е. примерно так же, как и в теории измерений.

Исследование природы неопределенности (техногенного риска) позволяет выделить два ее принципиально различных типа:

- стохастическую (*aleatory**) неопределенность, связанную с объективной изменчивостью (вариабельностью) свойств системы *технический объект — окружающая его среда*. Например, такие параметры, как метеорологические условия на момент аварии, свойства подстилающей поверхности, расположение на местности объектов поражения (людей, животных, подвижных материальных объектов) и т. п., меняются случайным образом и не могут быть точно спрогнозированы;
- эпистемическую (*epistemic*) неопределенность, обусловленную субъективным фактором — недостаточностью (неполнотой, неточностью, неоднозначностью) имеющихся знаний о свойствах изучаемой системы, которая не позволяет точно описать и спрогнозировать негативные эффекты, возникающие в ней вследствие промышленной аварии (например, пожара или взрыва).

Анализ показывает, что зачастую границы между этими двумя типами неопределенности весьма условны: в ряде случаев трактовка результатов наблюдений зависит от их толкования, т. е. в чисто стохастической неопределенности присутствует элемент неоднозначности как разновидности эпистемической неопределенности.

Вопрос о классификации источников неопределенности, возникающих в процессе КОР, широко освещается в англоязычной литературе. В связи с этим можно дать ссылку на руководство CPR-18E [12], разработанное TNO (Голландской организацией прикладных исследований). В этом документе выделены три группы источников неопределенности результатов КОР:

- постановка задачи (starting point);
- используемая модель, т. е. модельная неопределенность;
- значения входных параметров модели, т. е. параметрическая неопределенность.

Под постановкой задачи авторы [12] понимают выбор одного из двух принципиально различных подходов:

а) консервативного (рассматривающего наиболее опасную из возможных реализаций аварии);

* Термин *aleatory* впервые, по-видимому, был использован в одном из отчетов МАГАТЭ серии “Безопасность” [11].

б) реалистичного (учитывающего конкретные обстоятельства аварии).

Ясно, что в рамках консервативного подхода неопределенность результатов КОР оказывается ниже, поскольку уменьшена ее объективная (стохастическая) составляющая: ведь при консервативном подходе не принимается во внимание изменчивость различных аспектов аварийной ситуации (например, количества опасного вещества, участвующего в аварии; метеоусловий; количества людей в области поражения и т. п.), так как все они рассматриваются “по наихудшему сценарию”. Недостатком консервативного подхода является то, что получаемые в его рамках оценки риска излишне драматичны, поскольку вероятность рассматриваемых сценариев крайне мала. Консервативный подход традиционно используется при нормировании различных аспектов безопасности (экологической, гигиенической и др.).

Реалистичный подход значительно более трудоемок и может быть применен либо *postfactum*, т. е. после того как авария произошла и ее обстоятельства известны, либо на проектной стадии. Однако в последнем случае при выполнении КОР необходим расчет всех возможных сценариев аварии, различающихся комбинацией ее существенных факторов. Подобный подход был реализован, в частности, группой Н. Расмуссена при подготовке отчета WASH-1400: ею были выполнены расчеты рассеивания радиоактивного облака по 14400 сценариям, предполагающим различные метеоусловия, типы подстилающей поверхности и т. д. [13].

Что касается вопроса о происхождении модельной неопределенности, то, как показывает анализ литературы, в целом мнения авторов совпадают. Например, согласно CPR-18E [12] модельная неопределенность результатов КОР может возникать вследствие:

- а) неучета (игнорирования) при разработке модели некоторых факторов (неполноты модели);
- б) использования модели вне границ области ее применимости;
- г) принятых в модели упрощений (например, линеаризации зависимостей);
- д) игнорирования того факта, что некоторые модельные параметры могут меняться;
- е) ошибок, связанных с расчетами.

Модельная неопределенность тесно связана с параметрической, причем настолько тесно, что не всегда можно провести между ними четкую границу. Дело в том, что всякая модель, реализованная в виде системы математических уравнений, с неизбежностью включает набор количественных параметров, характеризующих различные свойства моделируемого объекта и окружающей его среды.

Особой разновидностью модельной неопределенности является “сценарная” неопределенность.

Она возникает всякий раз, когда на этапе идентификации опасности при анализе риска опасного объекта, упустив из виду некоторые важные сценарии, в дальнейшем игнорируют их при моделировании либо, наоборот, рассматривают такие варианты развития аварий, которые в данных условиях не могут быть реализованы. Сценарная неопределенность, возникающая при оценке пожарного риска, рассмотрена ниже на примере резервуара с бензином.

Параметрическая неопределенность возникает из-за того, что значения “входных” параметров модели (как по объективным, так и по субъективным причинам) также обладают неопределенностью. В данном случае объективный фактор (стохастическая неопределенность) связан с изменчивостью свойств моделируемого объекта, которая происходит либо со временем, либо вследствие учета его индивидуальных отличий в серии однотипных объектов. Субъективный же фактор (эпистемическая неопределенность) обусловлен недостатком или неточностью информации, используемой при присвоении параметру модели численного значения.

В наиболее общем случае значения параметров модели могут быть приняты по данным:

- собственных экспериментов;
- экспериментов, проводимых другими исследователями;
- литературным, в частности справочным;
- результатов обработки экспертных суждений.

Модельная неопределенность пожарного риска резервуара с бензином

Оценка пожарного риска объектов нефтепродуктообеспечения в настоящее время достаточно востребована. Согласно действующему законодательству она является обязательной для владельцев таких объектов, например, в рамках декларирования пожарной безопасности, разработки паспортов безопасности и планов ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС). Несмотря на обилие математических моделей и инженерных методик, описывающих ход аварии, связанной с разгерметизацией емкостного или линейного оборудования (как отечественного, так и зарубежного), при разработке деклараций пожарной или промышленной безопасности, паспортов безопасности или ПЛАС разрешается пользоваться исключительно отечественными НМД.

Учитывая ограниченные рамки статьи, рассмотрим для примера наземный резервуар с автомобильным бензином. Не вдаваясь в детали, все стальные резервуары, используемые для хранения нефтепродуктов, можно разделить на два типа — вертикальные (РВС) и горизонтальные (РГС).

При этом в методических документах, разработанных ВНИИПО [2–5], к сожалению, эти два типа

резервуаров не различаются, что создает очень большую неопределенность при проведении КОР. Показем это.

Неопределенность ВКР связана, в частности, с оценкой частоты разгерметизации сосудов, работающих под давлением, близким к атмосферному. В табл. П1.1 приложения 1 [4] дается единственное значение вероятности полной разгерметизации резервуара — $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$, а согласно табл. П2.1 Поспособия [5] значения данной вероятности дифференцированы в зависимости от вместимости резервуара V :

- при $V < 450 \text{ м}^3$ — $8,0 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$;
- при $V \geq 450 \text{ м}^3$ — $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Представляется, что с учетом текущего состояния отечественного резервуарного парка эти значения существенно занижены. Авторы отечественных публикаций на тему аварийности резервуаров с нефтепродуктами [14], опираясь на статистику последних лет, дают следующую оценку частоты разгерметизации резервуаров типа РВС — $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$.

Есть основания полагать, что аналогичные показатели для РГС существенно ниже. Возможно даже, что они близки к значениям, фигурирующим в методиках ВНИИПО. Отчасти это связано с тем, что согласно ГОСТ Р 31385–2008 [15] (и предшествующим стандартам) резервуары вертикальные стальные со стационарной крышей изготавливаются на избыточное давление не более 2 кПа. Если учесть огромную вместимость и геометрические размеры РВС (до 120 тыс. м^3), следует заключить, что их корпус, особенно резервуаров, работающих в цикле избыточное давление–вакуум, подвергается очень высоким динамическим нагрузкам.

При этом горизонтальные резервуары, изготовленные по ГОСТ 17032–2010 [16] (или его более ранним аналогам), существенно прочнее (прочность на разрушение внутренним давлением у РГС с коническими днищами составляет 70 кПа, с плоскими днищами — 40 кПа). Кроме того, геометрические размеры РГС значительно меньше, так как вместимость сосудов этого типа не превышает 100 м^3 . Большая механическая прочность, особенности нагружения (отсутствие заметных гидростатических нагрузок) делают сосуды этого типа при эксплуатации, в том числе в условиях пожара, заметно устойчивее.

Таким образом, с нашей точки зрения, разработчикам отечественных нормативных методик следовало бы дифференцировать исходные значения вероятности разгерметизации резервуаров (напрямую влияющие на конечные значения ВКР), в том числе в зависимости от типа резервуара — РГС или РВС (с дальнейшей детализацией последних по конструктивному исполнению — наличием понтона, плавающей крыши и т. п.).

Анализ пожарного риска резервуара с бензином предполагает исследование всех возможных сценариев развития аварии, выполнение количественной оценки обоих компонентов пожарного риска — ВКР и КРУ. С учетом положений действующих нормативно-методических документов по пожарной и промышленной безопасности, многолетней статистики аварий, происшедших на резервуарах [17, 18], следует заключить, что возможны следующие виды аварий:

- частичная разгерметизация резервуара, истечение бензина в обвалование через отверстие в резервуарной стенке;
- полное квазимгновенное разрушение резервуара с проливом бензина в обвалование и за его пределы.

При этом возможны следующие варианты дальнейшего развития событий:

- а) горение бензина в РВС;
- б) пожар пролива внутри и снаружи обвалования;
- в) объемный взрыв паровоздушного облака в атмосфере;
- г) взрыв перегретого бензина, находящегося в резервуаре, нагреваемом огнем пожара в собственном обваловании или пламенем соседнего горящего резервуара (сценарий BLEVE);
- д) сгорание переобогащенной двухфазной бензиновоздушной смеси в режиме огненного шара;
- е) дрейф по ветру паровоздушного облака с последующим взрывом или без такового [7].

Из всех сценариев аварии именно варианты “г” и “д” являются наиболее значимыми по своим последствиям, т. е. видами аварий с наибольшим КРУ. Более того, как отмечают Аббазы [19], многие авторы полагают, что BLEVE, всегда сопровождающийся разлетом осколков оболочки резервуара различной массы, — самый опасный сценарий, поскольку:

- во-первых, разлет осколков часто порождает эскалацию аварии по механизму “домино”;
- во-вторых, согласно статистическим данным больше всего погибает людей именно из-за попадания в них летящих осколков.

Методики, разработанные ВНИИПО [2–5], а также методика ОАО “Газпром” [6] при оценке последствий аварий на резервуарах с горючими жидкостями требуют учета обоих сценариев — и BLEVE, и огненного шара. Однако, к сожалению, в этих методиках не различается тип резервуара. В результате на практике при разработке документов, содержащих КОР (декларации промышленной безопасности, ПЛАС, декларации пожарной безопасности, паспорта безопасности), выполняется оценка этих сценариев, в том числе и для РВС. С нашей точки зрения, этот подход является ошибочным, поскольку он порождает большую сценарную неопределен-

ность результатов КОР, делая эти оценки излишне консервативными.

Дело в том, что, как уже было отмечено, прочность резервуаров с вертикальными стенками и стационарной крышей невелика. Из-за их конструктивных особенностей избыточное давление внутри РВС не может превышать 2 кПа, а этого недостаточно для возникновения такого явления, как BLEVE. Вообще говоря, внутри нагреваемого пожаром РВС с нефтепродуктом возможны взрывы двух типов:

а) взрывное вскипание слоя подтоварной воды, происходящее после относительно длительного горения зеркала нефтепродукта в резервуаре с поврежденной (или отсутствующей) крышей (сценарий *boilover*). В результате взрыва этого типа происходит выплескивание горящего нефтепродукта на десятки метров (подобные случаи описаны, например, О. М. Волковым [20]);

б) взрыв в паровом пространстве резервуара, который возможен только при условии, что концентрация паров нефтепродукта (хотя бы локальная, вблизи отверстия в стенке или крыше) будет находиться в диапазоне взрываемости НКПР–ВКПР. Избыточное давление подобного взрыва относительно невелико. Воздействуя на слой нефтепродукта сверху, оно неспособно диспергировать нефтепродукт на капли размером 100 мкм, что имеет место при сценарии BLEVE.

Относительно редкие случаи образования огненных шаров (являющихся обязательным следствием сценария BLEVE для горючих жидкостей), наблюдавшиеся ранее при авариях на резервуарах с бензином, следует отнести, на наш взгляд, исключительно к горизонтальным цилиндрическим (или сферическим) резервуарам. Р. Праг приводит примеры 47 случаев образования огненных шаров на резервуарах с углеводородами, происшедших в мире за период 1943–1992 гг. [18]. Из них лишь две аварии имели место на резервуарах с бензином: во-первых, это авария, происшедшая в 1976 г в г. Гадсен (США) на емкости с 4 т бензина, и, во-вторых, авария, случившаяся четырьмя годами ранее в штате Западная Вирджиния (к сожалению, в последнем случае какие-либо количественные сведения, кроме числа пострадавших, отсутствуют).

Чтобы обстоятельнее разобраться с такими сложными явлениями, как BLEVE и огненный шар, обратимся к опубликованным работам по данной тематике. По свидетельству авторов монографии [21] из технического университета г. Дельфта, термин “BLEVE” (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) впервые был введен Смитом, Маршем и Уэллсом (J. B. Smith, W. S. Marsh, W. L. Walls) в 1957 г. Вообще говоря, явление взрывного гомогенного парообразования во всем объеме перегретой жидкой

фазы может наблюдаться в любой жидкости, отнюдь не обязательно горючей. Например, авторы [21] утверждают, что это явление можно наблюдать в стакане воды, помещенном в обычную СВЧ-печь. Единственное условие, которое непременно следует соблюсти, так это то, что вода предварительно должна быть тщательно очищена от центров парообразования (взвесей и растворенных газов). В этом случае электромагнитная энергия магнетрона сможет нагреть воду в стакане при атмосферном давлении до температуры, намного превышающей 100 °С. В итоге вода окажется в метастабильном, перегретом состоянии. Важное предупреждение: если произойдет вскипание такой перегретой воды, оно будет носить взрывной характер и может нанести ущерб СВЧ-печи.

Перегретой, как известно, называется жидкость, температура которой превышает температуру ее кипения при данном давлении. Предположим, жидкость находится в сосуде при некоторой температуре в состоянии динамического равновесия со своим насыщенным паром. Если по какой-либо причине давление в сосуде резко снизится (например, в результате его разгерметизации), жидкость окажется перегретой и мгновенно вскипит. Причем в отличие от обычного пузырькового кипения (называемого *гетерогенным*), при котором паровые пузырьки образуются у стенки, подводящей тепло, в случае BLEVE пузырьки пара (диаметром 1–3 мм [22]) образуются всего за 1 мс сразу во всем объеме. В результате этого *гомогенного* вскипания, протекающего как *паровой взрыв*, пузырьки пара мгновенно превращают всю массу жидкости в капельно-паровое облако с характерным диаметром капли 0,1 мм [22]. Если жидкость в резервуаре горючая (учитывая, что источник зажигания налицо), то это облако загорится, и далее процесс горения будет протекать по механизму “огненного шара”.

Таким образом, вопрос о возможности реализации подобного сценария для резервуара с бензином эквивалентен вопросу: можно ли привести бензин, находящийся в нагреваемом пожаром резервуаре, в перегретое состояние. С учетом относительно большой механической прочности горизонтальных цилиндрических резервуаров следует допустить, что в них это возможно, а в резервуарах с вертикальными стенками — нет. Без учета типа резервуара при проведении КОР возникает чрезмерная неопределенность.

Первая теория возникновения BLEVE в соответствии с [19, 21, 22] принадлежит Р. Рейду [23]. Согласно ее положениям, впоследствии несколько модифицированным, у каждой жидкости существует верхний температурный предел перегрева T_{SL} . Рейд полагал, что, если после резкого падения дав-

ления температура жидкости окажется выше T_{SL} , будет наблюдаться BLEVE, в противном случае — просто бурное кипение, без парового взрыва.

Опираясь на положения молекулярно-кинетической теории реальных газов, Рейд пришел к выводу, что $T_{SL} = 0,85 \div 0,895 T_{кр}$ (где $T_{кр}$ — критическая температура вещества). Например, у пропана $T_{SL} = 57^\circ\text{C}$ (позже BLEVE по механизму Рейда получил название “горячего” BLEVE). Однако в опытах, проведенных в 80-х гг. прошлого века, неоднократно наблюдались случаи BLEVE, которые противоречили теории Рейда, поскольку в них не соблюдалось условие $T > T_{SL}$. В 1993 г. Венарт с коллегами разработали альтернативную теорию вскипания перегретой жидкости [24], названную ими BLCBE (*Boiling Liquid Compressed Bubble Explosions*). Согласно представлениям этих авторов процесс BLCBE протекает в две скоротечные стадии, начиная с частичной разгерметизации сосуда, в результате которой давление в нем сначала падает, а затем (на второй стадии) резко возрастает, превышая начальное. Вторичный скачок давления приводит к полному разрушению резервуара и паровому взрыву всей массы жидкости. В отличие от классического (горячего) BLEVE взрывы по этому механизму называют “холодными” BLEVE [21].

Вообще говоря, неопределенность, связанная с реализующимся сценарием аварии, при котором в очаг пожара попадает резервуар с нефтепродуктом, велика. Как свидетельствуют факты, не удалось точно спрогнозировать исходы ни аварий, ни специально поставленных экспериментов, в которых были задействованы резервуары с углеводородами, нагреваемые огнем. Наиболее часто подобные опыты ставились со сжиженным пропаном или бутаном, в реальные же аварии попадали резервуары со сжиженным природным газом, этиленом, циклогексаном, винилхлоридом, бензином, пропиленом и другими веществами, широко используемыми в хозяйственном обороте. Согласно результатам специальных исследований развитие событий зависит от множества обстоятельств: толщины стенки резервуара, степени его заполненности, пропускной способности предохранительных клапанов, уставки давления срабатывания этих клапанов, площади сечения отверстия, первоначально возникающего в стенке резервуара, и др.

В некоторых опытах и авариях (по свидетельству очевидцев) вместо BLEVE наблюдалось факельное горение двухфазной струи, вырывающейся из отверстия в стенке без последующего взрыва.

Взрывное вскипание, если оно происходило, наступало через значительные интервалы времени. Так, в серии опытов на резервуаре типа РГС, содержащем 85 т пропана [25], о которых сообщают Аббази [19], сценарий BLEVE наблюдался в интер-

вале 4–48 мин с момента начала нагрева стенок резервуара. В другой серии экспериментов, проведенных British Gas и NFPA, промежуток времени с момента начала утечки до BLEVE составлял от 5 до 30 мин [22].

Голландская организация TNO, разработавшая серию “цветных” книг — руководств по выполнению КОР (CPR-12E, CPR-14E, CPR-16E и CPR-18E), рекомендует для вероятности возникновения BLEVE при авариях на стационарных резервуарах, содержащих углеводороды, принимать $P_{BLEVE} = 0,7$ [12].

Как уже было отмечено выше, ведущим поражающим фактором аварии на резервуаре с нефтепродуктами или сжиженными газами является не мощное тепловое излучение огненного шара, а разлет осколков, которым сопровождается полное разрушение оболочки резервуара при BLEVE. Удивительно, что в отечественных НМД по оценке пожарного риска, разработанных ВНИИПО, этот фактор игнорируется. Между тем подход к расчету эффекта осколочного поражения, возникающего при сценарии BLEVE, изложен в “желтой книге” [26], а из отечественных НМД можно назвать СТО Газпром 2-2.3-400–2009 [6].

В настоящей статье не ставится задача сравнения расчетных соотношений, рекомендуемых к использованию при выполнении КОР. Такой сравнительный анализ содержится, например, в обзорной статье Аббази [19]. Для содержания настоящей статьи важно подчеркнуть, что игнорирование эффекта осколочного поражения (людей, соседних объектов, в том числе резервуаров с горючими веществами) — это источник большой сценарной неопределенности.

Заключение

Методология анализа риска, количественной оценки важнейших его показателей — перспективный инструмент гибкого, объектно-ориентированного управления техногенной (в том числе пожарной) безопасностью. Эта методология находится в развитии. Одной из наиболее серьезных проблем, стоящих перед ней, является проблема чрезмерной неопределенности получаемых с ее помощью результатов. Эта проблема, осознанная и поставленная на повестку дня проф. Н. Расмуссеном с коллегами еще в 1975 г., не получила удовлетворительного решения и по сей день. Исследования по количественной оценке неопределенности результатов анализа риска интенсивно проводятся во всем мире.

В настоящей статье исследованы некоторые аспекты модельной (в том числе сценарной) неопределенности, возникающие при количественной оценке пожарного риска такого простого объекта, как наземный резервуар с бензином. Показано, что эта

неопределенность очень существенна. Следовательно, методология количественной оценки неопределенности при проведении анализа риска во всех ее аспектах нуждается во всемерном развитии.

В завершение автор хотел бы выразить благодарность К. В. Ярошенко (г. Краснопереконск, Украина) за ценные замечания и оказанную им помощь в написании данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Российская газета. — 2008. — № 163.
2. ГОСТ Р 12.3.047–98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. — Введ. 01.01.2000 г. — М. : Изд-во стандартов, 1998. — 85 с.
3. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2006. — 63 с.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404; введ. 10.07.2009 г. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2009 (в ред. приказа МЧС России от 14.12.2010 г. № 649).
5. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2012. — 242 с.
6. СТО Газпром 2-2.3-400–2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО “Газпром” : распоряжение ОАО “Газпром” от 15.10.2009 г. № 326; введ. 22.06.2010 г. — М. : ОАО “Газпром”, 2009.
7. РД 03-26–2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ : приказ Ростехнадзора от 14.12.2007 г. № 859; зарег. Ростехнадзором 27.12.2007 г., рег. № 539; введ. 25.01.2008 г. — М. : НТЦ “Промышленная безопасность”, 2008. — 124 с.
8. РД 03-418–01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов : постановление Госгортехнадзора России от 10.07.2001 г. № 30; введ. 01.09.2001 г. — М. : НТЦ “Промышленная безопасность”, 2002.
9. ГОСТ Р 51901.1–2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. — Введ. 01.09.2003 г. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002.
10. Reactor Safety Study — An Assessment of Accident Risk in Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Main report. — U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. — 226 p.
11. IAEA Safety series No. 100. Evaluating the reliability of prediction made using environmental transfer models. — Vienna : IAEA, 1989. — 105 p.
12. CPR-18E. Guidelines for quantitative risk assessment (Purple book). 2nd ed. — Hague : VROM, 2005. — 237 p.
13. Reactor Safety Study — An Assessment of Accident Risk in Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Appendix VI. Calculation of reactor accident consequences. — U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. — 500 p.
14. Кондрашова О. Г., Назарова М. Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтегазовое дело. — 2004. URL: <http://www.ogbus.ru> (дата обращения 10.12.2012 г.).
15. ГОСТ 31385–2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. — Введ. 01.07.2010 г. — М. : Стандартинформ, 2010.
16. ГОСТ 17032–2010. Резервуары горизонтальные стальные для нефтепродуктов. Технические условия. — Введ. 01.01.2012 г. — М. : Стандартинформ, 2011.
17. Persson H, Lönnemark A. Tank Fires. Review of fire incidents 1951–2003 SP Fire Technology SP Report 2004:14. URL : <http://www.sp.se> (дата обращения 10.12.2012 г.).
18. Prugh R. W. Quantitative Evaluation of Fireball Hazards // Process Safety Progress. — 1994. — Vol. 13, No. 2. — P. 83–91.
19. Abbasi Tasneem, Abbasi S. A. The boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE): Mechanism, consequence assessment, management // Journal of Hazardous Materials. — 2007. — No. 141. — P. 489–519.
20. Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. — М. : Недра, 1984. — 151 с.
21. Xie Mengmeng. Thermodynamic and gas dynamic aspects of a BLEVE (Draft № 04-200708). — Delft University of Technology, 2007. — 70 p.
22. Lee’s Loss Prevention in the Process Industries. 3rd ed. — Elsevier, 2005. — Vol. 2. — 1083 p.
23. Reid R. C. Possible mechanism for pressurized-liquid tank explosions or BLEVE’s // Science. — 1979. — Vol. 203, No. 4386. — P. 1263–1265.

24. Venart J. E. S., Sollows K. F., Sumathipala K. et al. Boiling Liquid Compressed Bubble Explosions: Experiments // Models, Gas-Liquid Flows. Vol. 165. — New York : ASME, 1993. — P. 55–60.
25. Blything K. W., Reeves A. B. An initial prediction of the BLEVE frequency of a 100 tonnes butane storage vessel. UK Atomic Energy Authority, Safety and Reliability Directorate, Report SRD/R488, 1988. — 88 p.
26. CPR-14E. Methods for the calculation of Physical Effects (Yellow book). 3rd ed. — Hague : VROM, 2005. — 870 p.

Материал поступил в редакцию 9 января 2013 г.

English

ON MODEL UNCERTAINTY OF FIRE RISK OF GROUND TANK WITH GASOLINE

KOLESNIKOV Yevgeniy Yuryevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Research Assistant, Volga State University of Technology of the Ministry of Education and Science of Russian Federation (Lenina Sq., 3, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation; e-mail address: e.konik@list.ru)

ABSTRACT

Currently, the risk management methodology can be considered only as a supplement to traditional deterministic methods of safety management. This is mainly due to the large uncertainty in the performance of quantitative risk assessment (QRA). Technological risks should be treated as a vector quantity, that two components have: a) the probability component of risk, and b) a component of risk associated with the damage.

Any quantitative estimates made in the QRA, have an uncertainty, the value of which can be up to three orders of magnitude. The issue of quantifying uncertainty was put prof. N. Rasmussen in 1975, when the report WASH-1400 developed.

Research problems quantify uncertainty in Russia lags far behind the work done in the New and Old World. Considering these uncertainties, traditionally distinguished:

- at first, the aleatory and epistemic its diversity;
- secondly, a model and parametric components. A special case of model uncertainty is the scenario uncertainty.

All containers used for storage of petroleum products can be divided into two types — vertical and horizontal. Russian regulations and methods to quantitative assessment of fire risk do no differences between them, which creates a very large uncertainty. Of the full range of emergency scenarios on a tank of oil products is the most dangerous BLEVE and fireball. Statistics show that in the past were observed by type of rare crash fireball on tanks with gasoline that always accompany BLEVE. According to modern ideas, BLEVE is an explosive homogeneous boiling of superheated liquid. There is reason to believe that the type of BLEVE explosion can only with fire engulfed horizontal tanks because of their very strong mechanical bond than with vertical tanks. Thus, the scenario uncertainty in the case of QRA of ground tank with gasoline can be significant.

Keywords: fire safety; fire risk; scenario approach; source of uncertainty; BLEVE.

REFERENCES

1. *Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti: Feder. zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ* [Technical Regulations on Fire Safety: Law of Russian Federation on 22.07.2008 No. 123-FZ]. *Rossiyskaya gazeta — Russian Newspaper*, 2008, no. 163.
2. *GOST R 12.3.047–98. SSBT. Pozharnaya bezopasnost tekhnologicheskikh protsessov. Obshchiye trebovaniya. Metody kontrolya* [State Standart 12.3.047–98. Occupational safety standards system. Fire safety of technological processes. General requirements. Methods of control]. Moscow, Izdatelstvo standartov Publ., 1998. 85 p.
3. *Rukovodstvo po otsenke pozharnogo riska dlya promyshlennykh predpriyatiy* [Guide to fire risk assessment for industry]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2006. 63 p.

4. *Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob'yektakh: prikaz MChS Rossii ot 10.07.2009 № 404* [Technique of determination of settlement sizes of fire risk on production objects. Order of Emercom of Russia on 10.07.2009 No. 404]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009.
5. *Posobiye po opredeleniyu raschetnykh velichin pozharnogo riska dlya proizvodstvennykh ob'yektov* [Guide to determine the estimated value of fire risk for production facilities]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2012. 242 p.
6. *STO Gazprom 2-2.3-400-2009. Metodika analiza riska dlya opasnykh proizvodstvennykh ob'yektov gazodobyvayushchikh predpriyatiy OAO "Gazprom"* [Standard of Gazprom 2-2.3-400-2009. Risk analysis techniques for hazardous production facilities gas companies "Gazprom"]. Moscow, OAO Gazprom Publ., 2009.
7. *RD 03-26-2007. Metodicheskiye ukazaniya po otsenke posledstviy avariynykh vybrosov opasnykh veshchestv* [Management Document 03-26-2007. Guidelines for the assessment of the consequences of accidental releases of hazardous substances]. Moscow, NTTs "Promyshlennaya bezopasnost" Publ., 2008. 124 p.
8. *RD 03-418-01. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob'yektov* [Management Document 03-418-01. Guidance on the risk analysis of hazardous production facilities]. Moscow, NTTs "Promyshlennaya bezopasnost" Publ., 2002.
9. *GOST R 51901.1-2002. Menedzhment riska. Analiz riska tekhnologicheskikh sistem* [State Standart 51901.1-2002. Risk management. Risk analysis of technological systems]. Moscow, IPK Izdatelstvo standartov Publ., 2002.
10. Reactor Safety Study — An Assessment of Accident Risk in Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Main report. U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. 226 p.
11. IAEA Safety series No. 100. Evaluating the reliability of prediction made using environmental transfer models. Vienna, IAEA, 1989. 105 p.
12. CPR-18E. Guidelines for quantitative risk assessment (Purple book). 2nd ed. Hague, VROM, 2005. 237 p.
13. Reactor Safety Study — An Assessment of Accident Risk in Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Appendix VI. Calculation of reactor accident consequences. U. S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. 500 p.
14. Kondrashova O. G., Nazarova M. N. Prichinno-sledstvennyy analiz avari vertikalnykh stalnykh rezervuarov [Cause-and-effect analysis of accidents vertical steel tanks]. *Neftegazovoye delo — Oil and Gas Business*, 2004. Available at: <http://www.ogbus.ru> (accessed 10 December 2012).
15. *GOST 31385-2008. Rezervuary vertikalnyye tsilindricheskiye stalnyye dlya nefti i nefteproduktov. Obshchiye tekhnicheskkiye usloviya* [State Standart 31385-2008. Vertical cylindrical steel tanks for oil and oil-products. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2010.
16. *GOST 17032-2010. Rezervuary gorizontalnyye stalnyye dlya nefteproduktov. Tekhnicheskkiye usloviya* [State Standart 17032-2010. Horizontal steel tanks for petroleum products. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2011.
17. Persson H, Lönnemark A. Tank Fires. Review of fire incidents 1951–2003 SP Fire Technology SP Report 2004:14. Available at: <http://www.sp.se> (accessed 10 December 2012).
18. Prugh R. W. Quantitative Evaluation of Fireball Hazards. *Process Safety Progress*, 1994, vol. 13, no. 2, pp. 83–91.
19. Abbasi Tasneem, Abbasi S. A. The boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE): Mechanism, consequence assessment, management. *Journal of Hazardous Materials*, 2007, no. 141, pp. 489–519.
20. Volkov O. M. *Pozharnaya bezopasnost rezervuarov s nefteproduktami* [Fire safety tanks with oil]. Moscow, Nedra Publ., 1984. 151 p.
21. Xie Mengmeng. *Thermodynamic and gas dynamic aspects of a BLEVE* (Draft No. 04-200708). Delft University of Technology, 2007. 70 p.
22. *Lee's Loss Prevention in the Process Industries*. 3rd ed. Elsevier, 2005, vol. 2. 1083 p.
23. Reid R. C. Possible mechanism for pressurized-liquid tank explosions or BLEVE's. *Science*, 1979, vol. 203, no. 4386, pp. 1263–1265.
24. Venart J. E. S., Sollows K. F., Sumathipala K. et al. *Boiling Liquid Compressed Bubble Explosions: Experiments. Models, Gas-Liquid Flows*. New York, ASME, 1993, vol. 165, pp. 55–60.
25. Blything K. W., Reeves A. B. *An initial prediction of the BLEVE frequency of a 100 tonnes butane storage vessel*. UK Atomic Energy Authority, Safety and Reliability Directorate, Report SRD/R488, 1988. 88 p.
26. *CPR-14E. Methods for the calculation of Physical Effects (Yellow book)*. 3rd ed. Hague, VROM, 2005. 870 p.

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ФОРУМ
ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ – 2013
ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ И СПАСЕНИЯ

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ПОЖТЕХ - 2013
ТЕХНОЛОГИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



24-26
сентября 2013 г.

РЕКЛАМА

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство чрезвычайных ситуаций Украины
Государственная инспекция техногенной безопасности Украины
Государственная служба горного надзора и промышленной
безопасности Украины
Международный выставочный центр

СООРГАНИЗАТОРЫ:

ЗАО "Объединение выставочных компаний "Бизон" (Россия)
Leipziger Messe International (Германия)

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Ассоциации "Техногенная безопасность и гражданская защита населения"
Украинского союза пожарной и техногенной безопасности

Генеральный медиа-партнер:



Генеральный интернет-партнер:

SECURITY.ua

Эксклюзивный медиа-партнер:



Технический партнер:



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**

Украина, г. Киев, Броварской пр-т, 15

М "Левобережная"

☎ (044) 201-11-64, 201-11-63

e-mail: protech@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua,

www.tech-expo.com.ua

В. В. ХОЛЩЕВНИКОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве Учебно-научного комплекса проблем пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: reglament2004@mail.ru)

Д. А. САМОШИН, канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве Учебно-научного комплекса проблем пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: inbox-d@mail.ru)

Р. Н. ИСТРАТОВ, преподаватель кафедры пожарной безопасности в строительстве Учебно-научного комплекса проблем пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

УДК 614.841.33–056.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ, СЛУХА И ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Представлены результаты анкетного опроса среди людей с ограниченными возможностями, целью которого явилось выявление основных проблем, возникающих у инвалидов при обеспечении безопасности в условиях их повседневной жизни и в случае возникновения пожара. Показано, что инвалиды с разными ограничениями испытывают различные проблемы, связанные с ориентированием в пространстве, получением информации, преодолением преград на путях эвакуации и пр.

Ключевые слова: слабослышащий; слепой; человек с ограниченными возможностями; инвалид; пожарная безопасность.

Согласно статистическим данным [1, 2] Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за последние 40 лет количество инвалидов в мире увеличилось примерно на 10 % и достигло 1 млрд. чел., что составляет около 15 % населения планеты. В связи с этим правительства и региональные органы власти большинства стран уделяют все больше внимания мероприятиям, включая научные исследования, в области архитектурно-строительных решений зданий и сооружений, обеспечивающим доступность последних для инвалидов, с целью дать возможность людям с нарушениями функций организма использовать среду обитания наравне со здоровыми людьми. Требования, диктуемые этими мероприятиями, затем закрепляются нормативно в документах. Примером могут служить отечественные строительные нормы и правила проектирования, такие как, например, СНиП 35-01–2001 “Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения” [3]. Эти нормы разработаны в соответствии с положениями Градостроительного кодекса РФ, федеральных законов “О социальной защите инвалидов в Российской Федерации” и “О защите прав потребителей”. В них обобщены наработки, вошедшие в ВСН 62–91* “Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобиль-

ных групп населения” и результаты специально проведенных исследований [4–6]. В [3] нормируется проектирование элементов объемно-планировочных решений зданий и сооружений исходя не только из условий удобства (комфорта) для инвалидов, но и из требований обеспечения их безопасной эвакуации в случае пожара. Как показывают исследования [7], этим СНиП [3] выгодно отличается от аналогичных зарубежных норм. Положительный опыт применения СНиП 35-01–2001 [3] обосновал возможность формулирования требований обеспечения противопожарной безопасности для инвалидов в системе технических регламентов [7, 8], которые реализуются сегодня в сводах правил противопожарного проектирования.

Однако в нашей стране, как и за рубежом, остается открытым вопрос о том, насколько принятые решения удовлетворяют возможностям и потребностям инвалидов различных категорий в доступности посещаемых ими зданий различного функционального назначения и их желанию совершать наравне со здоровыми людьми действия, направленные на повышение безопасности находящихся в здании людей в случае возникновения в нем пожара. Выяснению различных аспектов этого вопроса были посвящены исследования сотрудников Учебно-научного

комплекса “Проблемы пожарной безопасности в строительстве” (УНК ППБС) Академии ГПС МЧС России, проведенные в 2012 г. путем анкетирования членов Всероссийского общества инвалидов, Всероссийского общества глухих и Всероссийского общества слепых.

В опросе приняли участие 422 инвалида с ограничениями по зрению (из них 17,4 % полностью слепые), слуху (37,5 % с полной потерей слуха) и с нарушениями опорно-двигательного аппарата (28,8 % использующих кресла-коляски и 13,8 % передвигающихся с помощью двух костылей) из городов: Архангельск, Владимир, Ковров, Москва, Мурманск, Нижний Новгород, Орел, Псков, Рязань, Самара, Смоленск, Ставрополь, Сыктывкар, Тверь, Тюмень, Ульяновск. Среди них: 68,8 % в возрасте старше 40 лет; женщин — 58,2 %, мужчин 41,8 %; инвалидов I группы — 23,7 %, II — 39,9 % и III — 36,4 %.

Прежде всего, предстояло установить функциональное назначение посещаемых инвалидами объектов. Опрос показал, что свыше 95 % опрошенных практически ежедневно выходят из дома не только для решения насущных проблем, но и для участия в социальной жизни города. Выяснилось, что свыше 65 % опрошенных инвалидов живут активной социальной жизнью и часто посещают такие общественные здания, как торгово-общественные комплексы, кинотеатры, театры, выставки. При этом они активно используют общественный транспорт (людям с поражением опорно-двигательного аппарата это свойственно в меньшей мере) и транспортно-коммуникационные узлы. В общем, сложно выделить какие-то наиболее характерные места их пребывания, однако прослеживается очевидная тенденция к более частому, по сравнению со здоровыми людьми, посещению зданий медицинского и социально-реабилитационного назначения.

Следующая группа вопросов была направлена на выяснение особенностей ориентации и движения людей не только в повседневной жизни, но и в пожароопасной ситуации, определяемых причиной их инвалидности (потери зрения, слуха, физиологических возможностей движения).

Опрос людей с ограничениями зрения показал (табл. 1), что знакомство с особенностями маршрута движения является фактором, определяющим их возможность движения по нему.

Данные табл. 1 показывают, что при движении в нормальных условиях от 2 % (движение в здании) до 8 % (движение по улицам города) слепых и слабовидящих людей могут передвигаться только с сопровождающим. В случае необходимости движения по незнакомому пути количество людей, которым необходим проводник, возрастает в несколько раз.

Таблица 1. Характер движения слепых и слабовидящих людей по известному и неизвестному маршруту движения

Объект	Маршрут	Характер движения		
		Самостоятельно	Самостоятельно, но с трудом	Только с сопровождающим
Территория города	Изученный	80,5	11,5	8,0
	Неизученный	34,7	34,7	30,6
Здание или сооружение	Изученный	87,5	10,5	2,0
	Неизученный	34,7	38,8	26,5

Таблица 2. Оценка возможности эвакуации в зависимости от изученности пути эвакуации для инвалидов различных групп по зрению

Степень способности к самостоятельной эвакуации	Известность пути эвакуации	Количество инвалидов, %, группы			Всего от общего числа опрошенных, %
		1-й	2-й	3-й	
Неспособны	Известен	31,3	11,0	7,9	17,6
Неспособны	Неизвестен	79,4	56,0	37,5	60,4
Способны	Неизвестен	20,6	44,0	62,5	39,6

Группа инвалидности зависит от степени поражения той или иной функциональной системы организма и определяет степень риска не суметь эвакуироваться из здания при пожаре при известном или неизвестном для человека маршруте эвакуации. Для людей, имеющих нарушения зрения, это с очевидностью следует из данных табл. 2, полученных по результатам проведенного анкетирования.

Опросы слепых и слабовидящих людей показали, что для изучения нового маршрута движения (эвакуации) им необходимо 2–3 раза пройти его вместе со зрячим сопровождающим, затем — один раз самостоятельно, но под контролем, и лишь после этого у них появляется возможность самостоятельно использовать рассматриваемый вид пути.

Ответы на вопрос о первых действиях при пожаре слепых и слабослышащих людей показали, что многие из них намерены дождаться “мастера” (зрячего человека) и под его руководством покинуть здание. Невозможность использования известного пути эвакуации и трудности с ориентированием на незнакомой территории ведут к тому, что некоторые из опрошенных даже не будут пытаться самостоятельно выбраться из здания. Так, один из респондентов заявил: “Если выход будет заблокирован, выпрыгну из окна”.

Данные табл. 2 позволяют установить, что для успешной эвакуации (спасения) слепых и слабовидящих людей при их общем числе N_c необходимое количество персонала $N_{перс}$ должно быть не менее

18 %, т. е. $N_{\text{перс}} = 0,18N_c$, а при более неблагоприятном стечении обстоятельств (часть эвакуационных выходов заблокирована пожаром) — $N_{\text{перс}} = 0,6N_c$.

Анкетирование дало неожиданный результат: согласно опросу значительное число людей с поражением слуха имеет сложности с ориентированием в здании (43,5 %) и низкую скорость движения (50,9 %). Оказалось, что основной проблемой, с которой сталкиваются глухие и слабослышащие люди, является, по их словам, “информационный голод”, связанный с отсутствием (или ограничением) звуковой информации, поступающей из внешнего мира (шумы и сигналы). В анкетах 51,6 % из них указали, что ограничение слуха отрицательно влияет на скорость движения. Анализ ответов показал, что основной причиной этого является “необходимость крутить головой на 180°”, чтобы не пропустить какую-либо информацию.

Еще одной причиной является потребность избежать нежелательного контакта с другими пешеходами, так как опрошенные отмечали, что они не слышат шагов и других звуков, сопровождающих движение, и, как следствие, сами становятся помехой для окружающих. Более того, многие из опрошенных указали, что наибольший дискомфорт они испытывают при движении по относительно узким участкам пути, на которых неизбежны контакты с другими людьми.

Поражение опорно-двигательного аппарата (ПОДА) и использование кресел-колясок и костылей для движения по участкам пути существенно ограничивают возможности их обладателей в решении различных двигательных задач. Результаты оценки ими наиболее проблемных участков пути движения приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что все характерные элементы коммуникационных (эвакуационных) путей вызывают у респондентов затруднения разной степени. Наибольшие проблемы отмечаются при преодолении перепадов высот в пределах этажа (у 60,2 % респондентов это вызывает “серьезные затруднения”) и движении по лестнице (лишь 22,1 % опрошенных преодолевают этот участок пути без затруднений). Наиболее комфортным способом передвижения для них является лифт: свыше 60 % опрошенных могут воспользоваться им без всяких ограничений.

Следует отметить, что, по мнению некоторых опрошенных инвалидов с поражением опорно-двигательного аппарата, отключение лифта при пожаре будет являться для них основной проблемой. Лестница лидирует в ответах респондентов в качестве наиболее проблемного участка. По этой причине несколько человек указали, что лучше не подниматься на вышележащие этажи и что одна из самых действен-

Таблица 3. Затруднения при движении по различным видам пути и при решении различных двигательных задач

Участок пути движения или двигательная задача	Распределение вариантов ответов среди опрошенных инвалидов, %		
	Без затруднений	Иногда	Серьезные затруднения
Вход/выход из здания	33,3	41,4	25,3
Движение по лестнице	22,1	37,5	40,4
Использование лифтов	61,3	28,0	10,8
Маневрирование при движении	17,6	54,1	28,2
Возможность поворота/разворота	22,6	48,8	28,6
Преодоление перепадов высот в пределах этажа	19,4	20,4	60,2

ных мер пожарной безопасности — “постоянно находиться на первых этажах”.

В анкетах отмечается пожелание “сделать приспособления для эвакуации”: 73,6 % опрошенных указали, что для эвакуации по лестнице они предпочли бы использовать специальный эвакуационный стул, сконструированный для движения как по горизонтали, так и по ступеням лестницы. Его применение позволяет перемещать не только инвалидов, находящихся на этажах здания в креслах-колясках, но и тех людей, которые по каким-либо другим причинам не способны передвигаться по лестнице.

Общая проблема, с которой сталкиваются люди с поражением опорно-двигательного аппарата и с другими видами инвалидности, — это неудовлетворительное состояние путей эвакуации (дефекты покрытия, неровности, скользкий пол), а также отсутствие ориентиров (звуковых для слепых и контрастных цветовых обозначений для слабовидящих). Состояние покрытия принципиально и для здоровых людей. Именно поэтому, например, в нормативных документах США (NFPA 101 Life Safety Code, пункт 7.1.6.4*) нормируется состояние поверхности эвакуационного пути.

В целом 64,6 % от общего числа опрошенных инвалидов считают, что не могут наравне со здоровыми людьми заниматься деятельностью, направленной на обеспечение противопожарной безопасности. У опрошенных вызывает серьезное беспокойство состояние путей эвакуации и наличие доступных для них открытых запасных эвакуационных выходов, поскольку в отличие от здоровых людей они не в состоянии оперативно изменить

маршрут эвакуации и воспользоваться другим эвакуационным выходом. Тем не менее значительное количество людей среди них готовы к действиям, направленным на обеспечение пожарной безопасности не только их самих, но и окружающих их людей. Об этом свидетельствуют данные опроса инвалидов различных категорий об их предполагаемых действиях при возникновении пожара (табл. 4). Данные табл. 4 позволяют установить и особенности поведения инвалидов различных категорий при совершении таких действий, определяемые спецификой поражения их организма.

Как следует из табл. 4, из-за ограничений возможностей общения для глухих и слабослышащих существенно затруднено оповещение ими пожар-

ной охраны, несмотря на относительную простоту этой операции (позвонить в пожарную охрану можно с мобильного телефона), для людей с нарушениями зрения и функций опорно-двигательного аппарата — тушение пожара, организация эвакуации и включение систем оповещения (в большей мере для инвалидов по зрению). Причем количество людей, склонных к активным действиям, прямо зависит от группы инвалидности: для инвалидов I группы оно минимально, III группы — максимально.

Рассматривая действия при пожаре более подробно, можно отметить следующие особенности. Парадоксально, но факт, что люди с сильными нарушениями зрения готовы принять деятельное участие в борьбе с пожаром. Более того, из числа полностью слепых людей 3 чел. указали, что будут пытаться тушить пожар. Однако в целом (или тотально, как говорят в их среде) действия полностью слепых людей наиболее вероятно будут направлены на оповещение и организацию эвакуации.

Несмотря на явную уязвимость слепых и слабослышащих людей, у них при пожаре в некоторых ситуациях есть преимущества перед зрячими. Наиболее часто встречающийся в практике расчетов критерий “потеря видимости” не оказывает серьезного воздействия на инвалидов по зрению. Начальник отдела реабилитации производственного предприятия ООО “Кунцево-Электро” А. А. Надозирный привел пример, когда при пожаре в жилом доме только он, будучи слепым, один из всех проживающих на этаже людей смог сориентироваться и найти запасной выход (защитив органы дыхания).

Ввиду повышенной уязвимости указанных групп инвалидов следует уделять повышенное внимание их противопожарной подготовке. Данные по противопожарному обучению опрошенных инвалидов различных групп приведены в табл. 5.

Таблица 4. Предполагаемые действия при пожаре инвалидов различных категорий

Действия при пожаре	Вариант ответа	Распределение вариантов ответов среди опрошенных инвалидов, %		
		Глухие и слабослышащие	Слепые и слабослышащие	ПОДА
Тушение пожара	Да	46,7	29,5	24,4
	Вероятно, да	36,7	20,2	29,1
	Нет	16,7	50,3	46,5
Звонок в пожарную охрану	Да	48,1	78,2	90,9
	Вероятно, да	9,9	13,2	6,4
	Нет	42,0	8,6	2,7
Включение системы оповещения	Да	52,3	25,8	59,8
	Вероятно, да	25,0	21,3	24,1
	Нет	22,7	52,8	16,1
Организация эвакуации	Да	31,4	33,5	30,2
	Вероятно, да	46,5	19,0	29,1
	Нет	22,1	47,5	40,7

Таблица 5. Противопожарное обучение инвалидов различных категорий

Вопрос анкеты	Вариант ответа	Распределение вариантов ответов среди опрошенных инвалидов, %		
		Глухие и слабослышащие	Слепые и слабослышащие	ПОДА
Знакомы ли Вы с общими требованиями пожарной безопасности и правилами поведения при пожаре?	Да	55,7	83,5	55,7
	Да, но предпочел бы пройти дополнительное обучение	20,8	4,5	20,0
	Нет	23,6	12,0	24,3
Проводил ли кто-нибудь с Вами специальные занятия по пожарной безопасности с учетом ограничений функций Вашего организма?	Да	23,6	72,9	17,0
	Да, но предпочел бы пройти дополнительное обучение	67,9	19,6	65,2
	Нет	8,5	7,5	17,9
Участвовали ли Вы в учениях по эвакуации людей из здания?	Да	22,9	69,6	4,8
	Нет	77,1	30,4	95,2

Из данных табл. 5 видно, что противопожарная подготовка слепых и слабовидящих людей значительно лучше, чем других категорий инвалидов. По всей видимости, это связано с тем, что инвалиды по зрению проходят специальные реабилитационные курсы, которые включают и основы подготовки по пожарной безопасности. Кроме того, анкетирование проводилось на действующих предприятиях, а производственная дисциплина также включает в себя элементы пожарной безопасности.

Обращает на себя внимание и то, что крайне мала доля людей с нарушениями слуха, которые хоть раз в жизни участвовали в учениях по пожарной безопасности (менее 25 %). Еще более удручающая ситуация складывается для людей с поражением опорно-двигательного аппарата: менее 5 % из их числа принимали участие в учениях. Свыше 65 % инвалидов этих категорий указали на необходимость дополнительного противопожарного обучения.

Недостатки противопожарной подготовки очень четко просматриваются из ответов опрошенных инвалидов на вопрос об их предполагаемых действиях при пожаре: *“Не знаю”*, *“Не задумывался”*. Очень характерен ответ *“Растеряюсь”* и *“Буду ждать помощи”* или *“Буду просить (!) о помощи”*. Более того, в условиях развития чрезвычайной ситуации наличие инвалидности в некоторых случаях обуславливает даже обреченность, которая проявляется в ответах: *“Подумаю о своих детях”*, *“Я буду молиться”*.

Респондентам предлагалось также высказать свои соображения насчет необходимых, по их мнению, методов и средств повышения пожарной безопасности при их эвакуации.

Анализ ответов выявил поразительное единодушие. Для движения в здании слепых и слабовидящих людей *“нет ориентиров”*, поэтому для того чтобы обеспечить возможность инвалидам самостоятельно ориентироваться в здании, необходимы *“звуковые маяки”* — устройства, транслирующие определенный звуковой сигнал, обозначающий, например, эвакуационный выход, или (если смотреть шире) позволяющие установить пространственные взаимоотношения человека с внутренней планировкой здания. Причем исследования, проведенные в нашей стране, показали высокую эффективность обучения слепых людей, даже детей, ориентации в пространстве с помощью звукосигнальных тифлотехнических (от греч. *typhlōs* — слепой) приборов [9].

Отсутствие тактильной и цветовой разметки ухудшает маневрирование, вынуждает людей двигаться на ощупь, что ведет к снижению общей скорости движения. Наибольшие сложности при движении вызывают дверные проемы (стеклянные двери и отсутствие контрастных цветовых обозначений выходов) и лестничные марши (отсутствие тактиль-

ных и контрастных обозначений первой и последней ступеней).

В целом инвалиды с недостатками зрения в большей мере, чем зрячие люди, полагаются на добросовестное исполнение должностными лицами своих обязанностей, что позволит, по их мнению, предотвратить возникновение пожара и в значительной мере нивелировать его последствия.

При опросе выявлена надежда инвалидов на технические средства систем пожарной автоматики. Ряд респондентов связывает свою безопасность с автоматическими установками пожаротушения, позволяющими своевременно локализовать и потушить пожар.

В то же время ответы слепых и слабовидящих людей позволяют заключить, что система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) не учитывает их особенностей и не позволяет решить возложенную на нее задачу. Это свидетельствует о том, что не выполняются в должной мере требования ст. 84 Федерального закона № 123-ФЗ [8]: *“Технические средства, используемые для оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей из здания при пожаре, должны быть разработаны с учетом состояния здоровья и возраста эвакуируемых людей”* — и п. 13 ранее действующего основополагающего документа *“Правила пожарной безопасности в Российской Федерации”* (ППБ 01–03), согласно которому для инвалидов и маломобильных людей *“должно быть обеспечено своевременное получение доступной и качественной информации о пожаре, включающей дублированную световую, звуковую и визуальную сигнализацию”*.

Однако во вновь разрабатываемых нормативных документах эти требования сокращаются, как шагреньевая кожа. Так, из *“Правил противопожарного режима в Российской Федерации”* полностью исключены требования к техническим элементам системы (п. 17); осталось лишь требование о необходимости в некоторых случаях организации подготовки лиц к действиям по эвакуации маломобильных групп населения и инвалидов в случае возникновения пожара. В СП 3.13130.2009 *“Система оповещения и управления эвакуацией людей”* не содержится прямых указаний на необходимость использования при проектировании системы оповещения в зданиях с пребыванием инвалидов требований ГОСТ Р 51671–2000 *“Средства связи и информации технические общего пользования, доступные для инвалидов. Классификация. Требования доступности и безопасности”*, что делает их необязательными. Проведенное же анкетирование показало, что большинство инвалидов считает необходимым совершенствовать систему оповещения путем включения в нее специальных тифлотехнических устройств —

звуковых маяков (для людей с недостатками зрения) и дополнительных световых, текстовых и вибросигнальных оповещателей (для людей с нарушениями слуха).

Анализ возможных действий людей с поражением опорно-двигательного аппарата позволяет говорить о том, что пониженная мобильность ограничивает их возможности в борьбе с пожаром и организации эвакуации. Из них 63 % указали, что при пожаре не смогут воспользоваться первичными средствами пожаротушения (огнетушители, пожарные краны и т. п.) ввиду ограниченной возможности беспрепятственного подхода/подъезда и сложностей с управлением пожарно-техническими устройствами. Однако оповещение пожарной охраны и включение системы оповещения не вызывают у этой категории опрошиваемых серьезных проблем.

Как уже отмечалось выше, основной проблемой, с которой сталкиваются глухие и слабослышащие люди, является дефицит звуковой информации, поступающей из внешнего мира. Именно поэтому оповещение глухих и слабослышащих людей о пожаре представляет собой сложную задачу. Существует опасность, что слабослышащие люди не будут своевременно оповещены о пожаре, особенно если они находятся в отдельных помещениях с одиночными рабочими местами или одни в квартире. Поэтому они считают, что сигнальные устройства должны быть в каждом помещении. Ряд респондентов указал, что они предпочли бы иметь компактные и мобильные устройства как для обнаружения пожара, так и для экстренного оповещения оперативных служб. Многие предпочли бы иметь небольшие маячки (например, настольные), оповещающие их о пожаре. Некоторые из опрошенных указали, что они предпочитают получать сообщение (sms) о пожаре по мобильной связи. Они выразили также желание иметь возможность оповещать о пожаре таким же образом городскую пожарную охрану или службу безопасности объекта.

При срабатывании системы оповещения о пожаре глухие и слабослышащие люди вероятнее всего позже других узнают о происшедшем. Более того, у этой категории людей будут еще сложности с получением информации о действиях и маршруте эвакуации при пожаре. При обнаружении пожара они не смогут непосредственно оповестить пожарную охрану об этом: им придется делать это через сурдопереводчика. Именно поэтому многие опрошенные указали, что сначала они оповестят о пожаре человека без ограничений слуха.

При рассмотрении предполагаемых действий глухих и слабослышащих людей при пожаре выявляется их очевидная склонность к выполнению защитных действий (оповестить о пожаре тех, кто рядом,

и выйти из здания). Ограничение слуха затруднит оказание помощи окружающим: как отметил один из респондентов, он не сможет *“спасти людей, которые будут кричать”*.

Анализ ответов респондентов на вопросы анкеты выявил большое значение для них графической части плана эвакуации. Если здоровые люди, как правило, ее игнорируют (работающие в этом здании люди и так знают его планировку, а у посетителей при пожаре не будет времени ее изучать), то глухие и слабослышащие, не имея возможности расспросить окружающих, наоборот, уделяют плану пристальное внимание даже в нормальных условиях эксплуатации здания.

В проведенном исследовании затронут и такой актуальный на сегодня аспект, как отношение опрошиваемой группы инвалидов к широко известной в мире инновационной стратегии защиты людей от воздействия опасных факторов пожара, использующей пожаробезопасные зоны в здании и эвакуацию (спасение) инвалидов (п. 14 ст. 89 № 123-ФЗ [8]) в специально защищенном лифте. Данных, отражающих мнение самих защищаемых таким образом людей, обнаружить не удалось ни в отечественных, ни в зарубежных публикациях. Поэтому был сформулирован ряд вопросов, ответы на которые помогут прояснить сложившуюся ситуацию.

В табл. 6 приведены результаты этого опроса и аналогичные данные, полученные по результатам анкетного опроса основного функционального контингента высотного офисного здания, проведенного ранее сотрудниками УНК ППБС Академии ГПС МЧС России. Сопоставление этих данных показывает общность тенденций использования пожаробезопасных зон и лифтов здоровыми людьми и инвалидами, несмотря на очевидность сложностей, связанных с нарушениями функций организма для инвалидов любых категорий. Это свидетельствует о наличии общей причины, определяющей общность тенденций поведения людей, имеющих разные физические возможности. Наиболее вероятной причиной является недоверие.

Такое общее недоверие к надежности обеспечения противопожарной защиты при использовании защищенных лифтовых установок (кабины лифтов, лифтовые холлы, шахты лифтов и машинные отделения) и пожаробезопасных зон внутри здания может иметь, по крайней мере, два источника.

Первый заключается в вековом запрете использования лифтов для эвакуации при пожаре. И сегодня, например, в США на двери выхода из каждого номера любой многозвездочной гостиницы висит предупреждение о запрете пользования лифтами при пожаре. Это вполне обоснованно, поскольку лифтовые холлы этих гостиниц проходные, не защищены

Таблица 6. Тенденции использования защищенных лифтов и зон безопасности

Вопрос анкеты	Ответ	Распределение вариантов ответов среди опрошенных, %			
		Здоровые люди	Глухие, слабослышащие	Слепые, слабовидящие	ПОДА
Допускаете ли Вы использование защищенного лифта для эвакуации?	Да	18,0	14,3	37,2	54,3
	Нет	51,9	48,6	32,1	21,1
	В крайнем случае	30,1	37,1	30,6	24,6
Допускаете ли Вы эвакуацию в пожаробезопасную зону?	Да	33,3	16,6	36,9	31,9
	Нет	22,8	41,7	29,7	31,9
	В крайнем случае	43,9	41,7	33,4	36,2

противопожарными преградами и подпором воздуха. Это делает шахты лифтов фактически аэродинамическими каналами, по которым интенсивно распространяются опасные факторы пожара. Однако общеизвестно также, что в той же Америке при пожаре в здании Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, возникшего в результате теракта 11 сентября 2001 г., более 3 тыс. чел. успели спастись из зданий благодаря использованию лифтов. Отсюда следует, что люди не знают о том, что современные лифтовые установки могут быть выполнены с такой же высокой степенью противопожарной защиты, как и незадымляемые лестничные клетки. Но в последних в отличие от лифтов при одновременной эвакуации люди будут вынуждены двигаться в потоке плотностью более 6 чел. на 1 м².

Вторым источником такого недоверия может быть фактическая недоступность для инвалидов пожаробезопасных зон, если последние устраиваются только на некоторых этажах зданий: например, в нашей стране по нормам и в практике проектирования высотных зданий, как правило, только на уровне технического этажа вертикального противопожарного отсека.

Зоны временной пожарной безопасности должны формироваться на каждом этаже здания, тем более высотного. В их составе должен быть единый транспортно-коммуникационный узел (как того и требовал п. 3.47 [3]), состоящий из соответствующим образом защищенных лифтовой установки и лестничной клетки. Пожаробезопасная зона в здании не должна быть изолированным помещением, попав в которое человек начинает испытывать чувство западни, ведущее к возникновению паники. В объемно-планировочной структуре здания пожаробезопасная зона должна размещаться так, чтобы у человека не было выбора, идти в нее или не идти, чтобы через нее проходил путь его эвакуации с этажа.

Установление источников формирования недоверия людей к лифтам для эвакуации и к пожаробезопасным зонам определяет и методы их устранения.

Таблица 7. Отношение окружающих к людям с нарушениями функций организма

Вопрос анкеты	Количество инвалидов, положительно ответивших на вопрос анкеты, %		
	Глухие и слабослышащие	Слепые и слабовидящие	ПОДА
При посещении общественных зданий отзывчиво ли относятся к Вашим сложностям персонал и другие посетители?	50,0	68,0	65,2
Сталкивались ли Вы со специальным обслуживанием для людей с ограниченными возможностями в аэропортах, гостиницах и т. п.?	20,6	19,1	50,0

Это, с одной стороны, совершенствование противопожарной подготовки инвалидов, расширяющее их понимание технического обеспечения безопасности, а с другой — контроль и мониторинг параметров надежного функционирования обеспечивающих ее систем.

В заключение следует отметить, что подавляющее большинство опрошенных инвалидов считает регулярное противопожарное обучение основой обеспечения их безопасности при пожаре и указывает на необходимость проведения с ними регулярных занятий и учений. При этом свыше 70 % из них заявили, что нуждаются в дополнительном как теоретическом, так и практическом обучении.

Интересно отметить, что, касаясь вопросов обучения, многие инвалиды подчеркнули необходимость не только обучения их самих, но и обучения здоровых людей взаимодействию с инвалидами, тем более в чрезвычайной ситуации. В этом отношении показательны данные табл. 7.

Следует учесть, что среди опрошенных 21 % людей с нарушением слуха и 43,4 % инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата (в основном I и II групп, а также инвалиды-колясочники)

рассчитывают на поддержку окружающих и намерены ожидать от них помощи. В то же время, по мнению опрошенных (и это следует из данных табл. 7), персонал и окружающие люди наименее отзывчиво относятся к людям с нарушениями слуха. Это можно объяснить неявными признаками инвалидности. Опираясь на ответы респондентов о специальном обслуживании инвалидов (повышенное внимание, помощь в получении информации, услуги т. п.), можно говорить о том, что общество более ориентировано на нужды инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, чем на проблемы инвалидов других категорий.

Проведенный впервые опрос инвалидов по зрению, слуху и с поражением опорно-двигательного аппарата позволил выявить ряд ранее не исследованных проблем обеспечения их пожарной безопасности. В частности, были исследованы особенности процесса оповещения инвалидов; проанализирован характер движения по различным видам пути при решении различных двигательных задач; рассмотрено противопожарное обучение инвалидов и их наиболее вероятные действия при пожаре, а также проблемные вопросы отношения людей с ограниченными возможностями к их защите и спасению с помощью защищенных лифтов и зон безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Report on Disability. World Health Organization. World Bank. Malta, 2011.
2. World Health Survey. Geneva, World Health Organization, 2002–2004.
3. СНиП 35-01–2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения : постановление Госстроя России от 16.07.2001 г. № 73; введ. 01.09.2001 г. — М. : ГУП ЦПП, 2001; ОАО “ЦПП”, 2008.
4. Кирюханцев Е. Е., Холщевников В. В., Шурин Е. Т. Первые экспериментальные исследования движения инвалидов в общем потоке // Безопасность людей при пожарах : сб. статей. — М. : ВИПТШ МВД РФ, 1999. — С. 18–23.
5. Шурин Е. Т., Анаков А. В. Выделение групп населения по мобильным качествам и индивидуальное движение в людском потоке как основа моделирования движения “смешанных” людских потоков при эвакуации // Проблемы пожарной безопасности в строительстве : сб. статей. — М. : АГПС МВД России, 2001. — С. 36–42.
6. Шурин Е. Т., Самошин Д. А. Результаты экспериментов по определению некоторых параметров эвакуации немобильных людей при пожаре // Системы безопасности : 10-я науч.-техн. конф. — М. : АГПС МВД РФ, 2001. — С. 114–117.
7. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федер. закон РФ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ; принят Гос. Думой 23.12.2009 г.; одоб. Сов. Федерации 25.12.2009 г. // Собр. законодательства РФ. — 04.01.2010. — № 1, ст. 5.
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одоб. Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2012. — № 29, ст. 3997.
9. Тиновский И. Р. Обучение слепых детей ориентированию в звуковом поле при помощи технических средств : автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1987. — 19 с.

Материал поступил в редакцию 25 января 2013 г.

English

THE STUDY OF FIRE SAFETY PROVISION FOR PEOPLE WITH SEEING, HEARING AND MOVING DISABILITIES

KHOLSHCHEVNIKOV Valeriy Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of Department “Fire Safety in Construction” of Educational and Research Centre of Problems of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow 129366, Russian Federation; e-mail address: reglament2004@mail.ru)

SAMOSHIN Dmitry Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associated Professor of Department “Fire Safety in Construction” of Educational and Research Centre of Problems of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow 129366, Russian Federation; e-mail address: inbox-d@mail.ru)

ISTRATOV Roman Nikolayevich, Lecturer of Department "Fire Safety in Construction" of Educational and Research Centre of Problems of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow 129366, Russian Federation)

ABSTRACT

State policy in Russia as well as in other countries in the world is oriented towards development more friendly environment for disabled people. There are 25 millions of people in Europe suffering from seeing disabilities, 55 millions — from mental disabilities, 35 millions — from upper limbs and 35 millions — from lower limbs disabilities. However, feedback studies i. e. the reaction of these people on the changes were not undertaken. Without such results it is impossible to evaluate an effectiveness of such arrangements and to work out proper forecasts.

The results of for the first time performed survey of people with seeing, hearing and mobility disabilities are discussed. The results facilitated to define their relations to social activity, fire training and behavior in fire. It has been found that for people with seeing disabilities familiarity with communication route is the curtail point for their safety. Deaf people are mostly suffering from "information famine" due to lack of information from surrounding environment. The most difficult task for mobile disabled people moving with wheel-chairs or with other aids is stairs, especially if an elevator is off duty.

The results of the study permit to consider effectiveness of state policy directed towards disabled people and to correct a vector of the work based on revealed errors.

Keywords: deaf; blind; moving limitations; disabled; fire safety.

REFERENCES

1. *World Report on Disability*. World Health Organization, World Bank. Malta, 2011.
2. *World Health Survey*. Geneva, World Health Organization, 2002–2004.
3. *SNiP 35-01–2001. Dostupnost zdaniy i sooruzheniy dlya malomobilnykh grupp naseleniya* [Construction Norms and Rules of Russian Federation No. 35-01–2001. Accessibility of buildings and structures for physically handicapped persons]. Moscow, GUP TsPP Publ., 2001; OAO TsPP Publ., 2008.
4. Kiryukhantsev E. E., Holshchevnikov V. V., Shurin E. T. Pervyye eksperimentalnyye issledovaniya dvizheniya invalidov v obshchem potoke [First experimental study on disabled movement in a general flow]. *Bezopasnost lyudey pri pozharakh* [Fire Safety of People]. Moscow, 1999, pp. 18–23.
5. Shurin E. T., Apakov A. V. Vydeleniye grupp naseleniya po mobilnym kachestvam i individualnoye dvizheniye v lyudskom potoke kak osnova modelirovaniya dvizheniya "smeshannykh" lyudskikh potokov pri evakuatsii [A classification of pedestrians based on their mobility as a background of mixed flow modeling]. *Problemy pozharney bezopasnosti v stroitelstve* [The Problems of Fire Safety in Construction]. Moscow, 2001, pp. 36–42.
6. Shurin E. T., Samoshin D. A. Rezultaty eksperimentov po opredeleniyu nekotorykh parametrov evakuatsii nemobilnykh lyudey pri pozhare [The results of experiments to measure some parameters of immobile people evacuation]. *10-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya "Sistemy bezopasnosti"* [10th Research and Practical Conference "Safety Systems"]. Moscow, 2011, pp. 114–117.
7. Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy: Feder. zakon RF ot 30.12.2009 № 384-FZ [Federal Law of Russian Federation No. 384-FL 30.12.2009. Technical reglement for safety of buildings and structures]. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2010, no. 1, art. 5.
8. Tehnicheskii reglament o trebovaniyakh pozharney bezopasnosti: Feder. zakon RF ot 22.07.2008 № 123-FZ [Federal Law of Russian Federation No. 123-FL 22.06.2008. Technical reglement of fire safety requirements]. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2012, no. 29, art. 3997.
9. Tinovskiy I. R. *Obucheniye slepykh detey orientirovaniyu v zvukovom pole pri pomoshchi tekhnicheskikh sredstv*. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Teaching of blind children to orient themselves in audio field with technical aids. An abstract of cand. pedagogical sci. diss.]. Moscow, 1987, 19 p.

Пенообразователи

ШТОРМ



Точный расчет на безопасность!

РЕКЛАМА

Шторм-М — высокоэффективный пленкообразующий синтетический фторсодержащий пенообразователь специального назначения.

Основная область применения: химическая и нефтехимическая промышленность, аэродромы, а также везде, где необходимо за короткое время обеспечить тушение больших площадей с розливом нефти или нефтепродуктов либо предотвратить возгорание горючих жидкостей.

ГЕФЕСТ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

Тел.: (495) 925 51 31

www.gefestnpk.ru

www.shtpena.ru

В. А. МЕРКУЛОВ, канд. техн. наук, технический директор, ЗАО “АРТСОК”
(Россия, 142301, Московская область, г. Чехов, Вишневый бульвар, 8)

К. П. КУЗЬМЕНКО, канд. техн. наук, заместитель технического директора,
ЗАО “АРТСОК” (Россия, 142301, Московская область, г. Чехов, Вишневый бульвар, 8)

А. И. КИРСАНОВ, начальник цеха, ЗАО “АРТСОК” (Россия, 142301, Московская область,
г. Чехов, Вишневый бульвар, 8; e-mail: artsok@artsok.com)

УДК 614.844

ТУШЕНИЕ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА ПОЖАРОВ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ С НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Представлен анализ экспериментальных данных, полученных по результатам полномасштабных огневых испытаний автоматической установки газового пожаротушения по тушению нефти и нефтепродуктов в вертикальном стальном резервуаре (РВС). Исследованиями подтверждена возможность ликвидации пожара на РВС автоматической установкой газового пожаротушения.

Ключевые слова: резервуар вертикальный стальной; диоксид углерода; автоматическая установка газового пожаротушения; пожаробезопасность.

С момента создания больших объемов резервуаров вертикальных стальных (РВС) для хранения нефти и нефтепродуктов трудами российских и зарубежных ученых сделан огромный вклад в борьбу с пожарами на РВС — от физико-химического определения процессов горения и механизмов тушения до применения на практике своих теоретических изысканий. Но, к сожалению, и по сегодняшний день проблема пожаров остается нерешенной, несмотря на большое количество разработок в области систем пожаротушения для противопожарной защиты нефтеперерабатывающих и нефтетранспортных объектов отрасли [1].

Только за последние пять лет официально сообщалось более чем о 15 случаях возгораний на объектах нефтегазовой отрасли. Среди них нефтебаза ОАО “Саханефтегазсбыт” (25.01.2013 г.), Саратовский НПЗ (04.10.2012 г.), НПЗ “Амуай” в Венесуэле (25.08.2012 г.), НПЗ в г. Суэц, Египет (15.04.2012 г.), склад нефтепродуктов под Владимиром (22.12.2011 г.), ОАО “Ново-Уфимский НПЗ” в г. Уфа (24.09.2010 г.), склад нефтепродуктов на западе Индии (29.10.2009 г.), НПС “Конда” Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (22.08.2009 г.), Ярославский НПЗ (27.08.2007 г.), Волгоградский НПЗ (10.03.2007 г.), Комсомольский НПЗ в г. Комсомольск-на-Амуре (13.01.2007 г.), Омский НПЗ (20.09.2006 г.), Рязанский НПЗ (17.05.2006 г.), Самарский НПЗ (29.01.2006 г.), завод на о. Хоккайдо, Япония (февраль 2006 г.), Краснодарский НПЗ (25.03.2005 г.).

Статистика по пожарам и результаты натурных испытаний при исследовании процесса горения нефтепродуктов в резервуарах типа РВС подтверж-

дают, что пожар из начальной стадии переходит в развитой в течение 60–150 с с большим выделением тепла и подъемом температуры стенки объекта защиты свыше 300 °С. Процесс горения опережает выход на режим стационарной автоматической установки пенного пожаротушения, и ликвидация пожара возможна при огромных усилиях специализированных пожарных служб МЧС России. Хочется также отметить наиболее сложные сценарии развития пожара в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами, которые представляют собой опасность для инженерных коммуникаций РВС, соседних резервуаров и других сооружений объекта. Основная опасность обусловлена разрушением РВС и растеканием нефти и нефтепродуктов на большие площади с высокой скоростью распространения пожара, чему способствует приток воздуха разной интенсивности и направления. Время ликвидации возгорания в этом случае занимает от нескольких часов до нескольких дней.

Этим обуславливается необходимость дальнейшего развития научного направления, связанного с разработкой методов пожаротушения, позволяющих быстро и эффективно ликвидировать возгорания без вреда для объекта защиты и нефтепродуктов.

Основой для разработки концептуальных положений тушения автоматическими установками газового пожаротушения АУГП [2] пожаров РВС для хранения нефти и нефтепродуктов с применением в качестве огнетушащего вещества жидкого диоксида углерода явились результаты девяти натурных испытаний по тушению оборудования объемным и локальным по объему способами на объектах нефтегазового комплекса.

Во всех натурных испытаниях АУГП диоксид углерода хранился в модулях изотермических для жидкого диоксида углерода МИЖУ с вместимостью резервуаров от 5000 до 25000 л. Длина магистральных трубопроводов установок газового пожаротушения составляла от 115 до 220 м.

Натурные испытания и успешная ликвидация пожара автоматической установкой газового пожаротушения на базе МИЖУ-16/2.2 на заводе ОАО «Газ-турбосервис» показали быстрое действие АУГП: время подачи жидкого диоксида углерода по магистральному трубопроводу на расстояние до 220 м с момента срабатывания запорно-пускового устройства (ЗПУ) МИЖУ не превышало 15 с. Температура нагретых металлических частей защищаемого оборудования снизилась более чем на 30 °С.

На основе анализа положительных результатов натурных испытаний было принято решение провести экспериментальные исследования с целью определения возможности применения АУГП на базе МИЖУ для противопожарной защиты РВС.

Первый этап исследований проводился на резервуаре РВС-2000, в верхнем поясе которого был смонтирован кольцевой трубопровод Ду 80 мм с 16 насадками для выпуска диоксида углерода: 8 насадок введены внутрь резервуара и 8 направлены вдоль внешней стороны обечайки резервуара вниз, в обвалование. Кольцевой трубопровод с насадками соединялся магистральным трубопроводом Ду 150 мм и длиной 82 м с МИЖУ с диоксидом углерода вместимостью 16 м³. Площадь поверхности резервуара в горизонтальной плоскости составляла 176 м². Для имитации частичного разрушения (подрыва) крыши примерно 40 % ее площади было вырезано.

При разработке методики проведения исследований по ликвидации горения нефтепродуктов в РВС основной проблемой было определение массы диоксида углерода, которую необходимо подать в резервуар. Дело в том, что горение нефтепродуктов происходит на вполне определенной площади поверхности, ограниченной вертикальными стенками резервуара. Поэтому тушение резервуара с использованием нормативных концентраций диоксида углерода [3], принятых как при объемном, так и локальном по объему пожаротушении, не приемлема, так как расчетная масса CO₂ прямо пропорциональна защищаемому объему, а в РВС горение происходит на поверхности нефтепродукта, площадь которой не зависит от высоты резервуара. В данном случае процесс ликвидации горения в РВС гораздо ближе условиям тушения модельных очагов горения нефтепродуктов передвижными углекислотными огнетушителями [4]. Форма очага горения резервуара и модельного очага горения одинаковы, поскольку в обоих случаях это круг, ограниченный вертикальными стенками. Вместе с тем можно утверждать, что

условия тушения в резервуаре менее жесткие, чем тушение модельных очагов огнетушителями. Так, даже при максимальном заполнении резервуара высота стенок от уровня жидкости до верхней кромки стенки остается не менее 1 м, что значительно облегчает по сравнению с модельными очагами условия создания огнетушащей концентрации CO₂ у поверхности горючего вещества.

Обобщив требования по передвижным углекислотным огнетушителям и применив их к резервуарам, приходим к заключению, что для тушения 1 м² горячей поверхности нефтепродуктов требуется не более 13 кг жидкого диоксида углерода. Поэтому при разработке методики испытаний в качестве исходных данных для расчета массы CO₂ было принято, что на 1 м² площади поверхности необходимо подать 13 кг CO₂ в течение не более 60 с.

Программой предусматривалось проведение не менее двух испытаний. В случае положительных результатов двух первых испытаний дальнейшие исследования проводить не требовалось. В качестве горючего вещества во время испытаний использовалось дизельное топливо.

В первом испытании осуществлялся поджиг дизельного топлива в резервуаре РВС-2000 и четырех модельных очагах пожара, установленных в обваловании резервуара. Время свободного горения дизельного топлива в резервуаре и модельных очагах пожара составило 126 с.

Для ликвидации горения в резервуаре и в обваловании в течение 40 с из МИЖУ было выпущено 5700 кг CO₂, из них внутрь резервуара и в обвалование было подано по 2090 кг диоксида углерода и в трубопроводе установки газового пожаротушения осталось 1520 кг.

По результатам первого испытания установлено, что горение дизельного топлива внутри резервуара было ликвидировано в течение 26 с, а в обваловании модельные очаги пожара не были потушены (рис. 1).

Первое испытание показало принципиальную возможность применения установки газового пожаро-



Рис. 1. Состояние пожара в РВС на 16-й секунде с момента начала его тушения (открытия ЗПУ МИЖУ)



Рис. 2. Состояние пожара в РВС на 30-й секунде после закрытия ЗПУ МИЖУ

тушения на базе МИЖУ для ликвидации горения нефтепродуктов внутри резервуара. В то же время было установлено, что размещение насадков на максимальном удалении от основания резервуара не позволяет ликвидировать горение внутри обвалования.

В связи с этим во втором испытании от тушения модельных очагов пожара в обваловании отказались, и восемь насадков вне резервуара, предназначенных для выпуска диоксида углерода, были заглушены.

Второе испытание проводилось при следующих параметрах: время свободного горения дизельного топлива — 142 с, масса выпущенного из МИЖУ CO_2 — 4000 кг (из них 1520 кг — остаток в трубопроводе и 2480 кг подано на тушение внутрь резервуара в течение 52,5 с). Пожар внутри резервуара был полностью ликвидирован в течение 39 с (рис. 2).

При проведении испытаний измерялось давление в МИЖУ, магистральном и распределительном трубопроводах и на насадках, а также температура стенки резервуара в верхнем поясе между уровнем разлива горючего и верхней кромкой обечайки резервуара. Графики изменения давления представлены на рис. 3.

На представленных графиках могут быть выделены характерные участки изменения давления:

а) падение давления в МИЖУ и резкий рост давления в трубопроводах и на насадках, что соответствует открытию ЗПУ МИЖУ (начало подачи CO_2), наполнению трубопроводов жидким диоксидом уг-

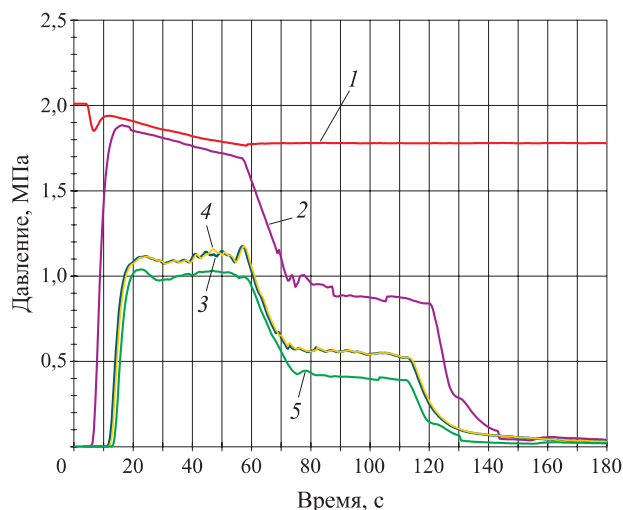


Рис. 3. График изменения давления в АУГП в испытаниях по тушению резервуара вместимостью 2000 м³: 1 — МИЖУ; 2 — магистральный трубопровод; 3 — распределительный трубопровод; 4 — насадок № 1; 5 — насадок № 2

лерода и выходу насадков на стационарный режим подачи;

б) стационарный режим работы установки, характеризующийся практически неизменным давлением в трубопроводах и на насадках при незначительном линейном уменьшении давления в МИЖУ;

в) закрытие ЗПУ МИЖУ, выход через насадки остатка CO_2 в трубопроводах.

При сопоставлении результатов двух испытаний видно, что с увеличением времени свободного горения возрастает время тушения и, как следствие, масса выпускаемого диоксида углерода.

Обобщив полученные результаты исследований, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, возможна ликвидация пожара в резервуарах на начальной стадии его развития автоматической установкой газового пожаротушения на базе МИЖУ.

Во-вторых, принятая огнетушащая концентрация диоксида углерода 13 кг/м³ оказалась достаточной для ликвидации пожара в резервуаре с нефтепродуктами.

В-третьих, в испытаниях не был выявлен масштабный фактор влияния площади резервуара на принятую огнетушащую концентрацию.

Сделанные выше выводы были подтверждены серией аналогичных натурных испытаний на РВС-5000 с полностью снятой крышей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шароварников А. Ф., Молчанов В. П., Воевода С. С., Шароварников С. А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. — М.: Изд. дом «Калан», 2002. — 448 с.
2. ГОСТ Р 53282–2009. Установки газового пожаротушения автоматические. Резервуары изотермические пожарные. Общие технические требования. Методы испытания: приказ Ростехрегулирования от 18.02.2009 г. № 57-ст; введ. 01.01.2010 г. — М.: Стандартинформ, 2009.

3. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования : приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 175; введ. 01.05.2009 г. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. — 103 с.
4. ГОСТ Р 51017–2009. Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытания : приказ Ростехрегулирования от 18.02.2009 г. № 66-ст; введ. 01.01.2010 г. — М. : Стандартинформ, 2009.

Материал поступил в редакцию 24 января 2013 г.

English

CARBON DIOXIDE EXTINGUISHING OF FIRE IN VERTICAL STEEL TANKS WITH OIL AND OIL PRODUCTS

MERKULOV Vladimir Artemovich, Candidate of Technical Sciences, Technical Director,
ZAO ARTSOK (ARTSOK, JSC) (Vishnevyy Parkway, 8, Moscow Region, Chekhov 142301, Russian Federation)

KUZMENKO Konstantin Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Deputy Technical Director,
ZAO ARTSOK (ARTSOK, JSC) (Vishnevyy Parkway, 8, Moscow Region, Chekhov 142301, Russian Federation)

KIRSANOV Artem Igorevich, Foreman, ZAO ARTSOK (ARTSOK, JSC) (Vishnevyy Parkway, 8,
Moscow Region, Chekhov 142301, Russian Federation; e-mail address: artsok@artsok.com)

ABSTRACT

Object of your work is experimental research of possibilities and application conditions of automatic gas-extinguishing plant on base of isothermic gas fire extinguishing modules for liquid carbon dioxide (MIZU) intended for fire protection in vertical steel tanks with oil.

Work represents results of full-scale fire test of fire extinguishing with carbon dioxide in vertical steel tank with partly dismantled roof (volume 2000 m³) filled with diesel oil. Gas-extinguishing plant consist of MIZU volume 16 m³ connected with distributional loop pipeline Du 80 mm, mounted on tank's upper chord, by main pipeline Du 150 mm 82 m long. Eight spray nozzles for carbon dioxide supply mounted on distributional pipeline were adaxial placed into tank. On the grounds of existing literary information and requirements of regulations it was anticipatorily assumed that for fire extinguishing in tank it is necessary to supply no less then 13 kg of carbon dioxide to 1 m³ surface of burning oil product.

Two tests were done, during first test time of diesel oil free combustion was taken as 126 seconds, and during second test — 142 seconds. Received information after test — automatic gas-extinguishing plant on base of MIZU is capable to supply fire extinguishing on fire starting stage in tank with support of taken feeding rate of CO₂ 13 kg/m² in time no more then 60 seconds.

Received data were confirmed by series of analogous natural tests of fire extinguishing in tank (volume 5000 m³) with completely dismantled roof which didn't reveal Scaled influence of vessel's area on taken feeding rate of CO₂ to 1 m² area of burning oil product.

Keywords: vertical steel tank; carbon dioxide; automatic extinguishing plant; fire safety.

REFERENCES

1. Sharovarnikov A. F., Molchanov V. P., Voyevoda S. S., Sharovarnikov S. A. *Tusheniye pozharov nefi i nefteproduktov* [Extinguishing fires of oil and petroleum]. Moscow, Kalan Publ., 2002. 448 p.
2. GOST R 53282–2009. *Ustanovki gazovogo pozharotusheniya avtomaticheskoye. Rezervuary izotericheskoye pozharneye. Obshchiye tekhnicheskoye trebovaniya. Metody ispytaniya* [State Standard 53282–2009. Automatic gas fire extinguishing systems. Isothermal tanks. General technical requirements. Test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 11 p.
3. SP 5.13130.2009. *Sistemy protivopozharnoy zashchity. Ustanovki pozharnoy signalizatsii i pozharotusheniya avtomaticheskoye. Normy i pravila proyektirovaniya* [Sets of rules No. 5.13130.2009. Systems of fire protection. Automatic fire-extinguishing and alarm systems. Designing and regulations rules]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009. 103 p.
4. GOST R 51017–2009. *Tekhnika pozharnaya. Ognetchushiteli peredvizhnyye. Obshchiye tekhnicheskoye trebovaniya. Metody ispytaniya* [State Standard 51017–2009. Fire engineering. Wheeled fire extinguishers. General technical requirements. Test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 38 p.



О. М. Волков

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕЗЕРВУАРОВ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Книга представляет собой второе, переработанное и дополненное, издание научно-практической монографии: Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами (М.: Недра, 1984). В ней обобщены многолетние исследования и разработки автора в области пожарной безопасности (ПБ) резервуаров на предприятиях добычи, транспорта, хранения, переработки нефти, транспорта, хранения, распределения и потребления нефтепродуктов. Автор занимался этой проблемой с 1965 г. (около 50 лет) в Главном управлении пожарной охраны (ГУПО) МВД СССР (1965–1968), на кафедре пожарной профилактики в технологических процессах производств (1968–1986) и на Иркутском факультете Высшей инженерной пожарно-технической школы (ВИПТШ) МВД СССР и затем России (1986–1993), в экспертно-консультационном предприятии ООО “Фирма “Пожарный дом” (1995–2012), а с 1995 г. – в качестве независимого эксперта-консультанта в этой области.

Книга включает следующие главы:

- ❑ Проблема ПБ резервуаров
- ❑ Пожароопасные свойства нефти и нефтепродуктов
- ❑ Внутреннее пространство резервуара
- ❑ Наружное пространство резервуара
- ❑ Источники зажигания
- ❑ Пожар дыхательных устройств
- ❑ Открыто горящий резервуар
- ❑ Вскипание и выброс горячей жидкости
- ❑ Обогреваемый пожаром негорящий резервуар
- ❑ Защита резервуара от разрушения в эксплуатации
- ❑ Защита от растекания нефтепродуктов
- ❑ Типичные комбинации “резервуар – нефтепродукт”
- ❑ Резервуар с самовозгоранием и горением пирофоров
- ❑ Резервуар с понтоном
- ❑ Резервуар с плавающей крышей
- ❑ Железобетонный резервуар
- ❑ Резервуар при очистке, ремонте, демонтаже
- ❑ Резервуар в железнодорожном транспорте нефтепродуктов
- ❑ Резервуар в автомобильном транспорте нефтепродуктов
- ❑ Взрывы при хранении и транспорте нефтепродуктов
- ❑ Средства тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах
- ❑ Тушение пожара подачей пены под слой горючего
- ❑ Пожарное водоснабжение резервуарного парка
- ❑ Технология разработки плана тушения пожаров
- ❑ Прогноз пожара и оценка риска

Автор не ставит своей целью системное изложение вопросов пожаротушения и рассматривает только некоторые вопросы, которые могут помочь решить одну из важнейших проблем – отрыв практики и теории пожаротушения от особенностей резервуара как объекта защиты.

Объем книги: 400 с., 30 печ. л.; в электронном виде – 70 Мбайт.

Книга предназначена для инженерно-технических работников производственных, проектных, конструкторских предприятий, пожарной охраны, органов надзора в области пожарной и промышленной безопасности, преподавателей и студентов нефтяных и пожарно-технических учебных заведений, научных работников.

Ориентировочная цена книги – 1000 рублей.



КОНГ ХЫНГ ДИНЬ, аспирант кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: dinhconghung@mail.ru)

А. Я. КОРОЛЬЧЕНКО, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26)

А. С. ОХРОМЕНКО, студент, Сибирский федеральный университет (Россия, 660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79; e-mail: artem-hrom@mail.ru)

УДК 614.842.612

ПОЖАРОТУШЕНИЕ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ В ОТСЕКАХ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Показано, что единственно возможным и эффективным способом подавления пожара в высотных зданиях является применение на начальной стадии его развития тонкораспыленной воды с размерами каплей несколько десятков микрон. Показано также, что применение тонкораспыленной воды позволяет насытить зону горения водяными парами за считанные секунды и быстро подавить пламя.

Ключевые слова: деление на отсеки; пожар; высотное здание; пожаротушение.

Пожары в высотных зданиях [1], характерные для многих стран мира, с трудом поддаются ликвидации. Это обусловлено ограниченным набором используемых средств тушения, а также трудностью доставки этих средств на высоту. К этим причинам добавляется еще одна — человеческий фактор: в высотных зданиях одновременно находится значительное число людей, а в присутствии людей применение многих средств тушения невозможно. Пожары в высотных зданиях, как правило, ликвидируются с помощью компактных струй воды.

Высотные здания обычно возводятся на основе железобетонных конструкций. В связи с этим одним из основных материалов, используемых в строительстве таких зданий, является бетон. Бетон относится к числу негорючих строительных материалов, поэтому строительные конструкции на его основе обладают в обычных условиях высоким пределом огнестойкости. При пожаре кратковременное воздействие высоких температур на бетон не успевает вызвать значительное нагревание его и находящейся под защитным слоем арматуры. Значительно опаснее резкое охлаждение нагретого бетона холодной водой, подаваемой на тушение пожара. Это неизбежно вызывает образование трещин, разрушение защитного слоя и обнажение арматуры. При длительном воздействии высоких температур бетон теряет свои прочностные свойства. Так, обычный бетон на портландцементе непригоден для эксплуатации при температурах выше 250 °С. Установлено, что при его нагреве до температур выше 250–300 °С происходит снижение прочности с разложением гидрата оксида кальция и разрушением цементного камня.

При дальнейшем повышении температуры прочность бетона существенно снижается. Это следует из экспериментальных и теоретических исследований НИИ-Железобетона, ВНИИПО МЧС России, Московского государственного строительного университета и из материалов международных организаций Европейского комитета по стандартизации (CEN) и Международного комитета по исследованиям и инновациям в зданиях и сооружениях (CIB).

Вода, содержащаяся в бетоне, играет двоякую роль. Во-первых, при воздействии на бетон высоких температур в условиях пожара находящаяся в бетоне вода при испарении снижает скорость его прогрева, повышая тем самым предел его огнестойкости. Во-вторых, она способствует взрывообразному разрушению бетона при его интенсивном прогреве вследствие образования пара в порах бетона. Необходимым условием взрывообразного разрушения бетона является быстрое повышение температуры, например при непосредственном воздействии пожара на конструкцию. Так, при пожаре через 20–30 мин после воздействия огня на конструкцию из железобетона при наличии в нем воды бетон взрывообразно разрушается. При этом от обогреваемой поверхности откалываются куски площадью до 200 см² и толщиной 0,5–1,0 см. Такое разрушение происходит на всей прогреваемой поверхности. Это приводит к уменьшению сечения конструкции и, как следствие, к потере ее несущей способности. Подобный эффект наблюдается при влажности бетона более 5 % и температурах 160–200 °С (эти условия способствуют максимальному давлению пара в порах). При влажности бетона 3,5–5,0 % разрушение может носить

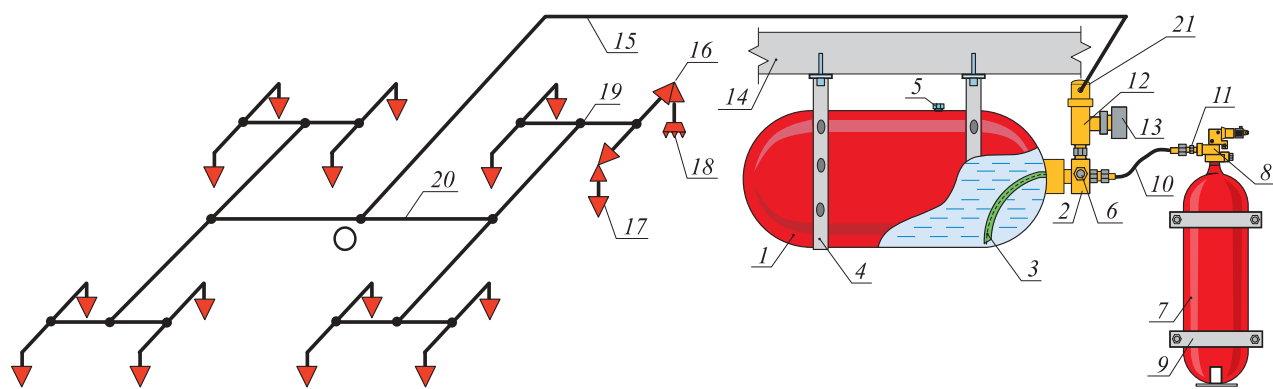


Рис. 1. Схема установки пожаротушения тонкораспыленной водой: 1 — сосуд для хранения огнетушащего вещества; 2 — формирователь газожидкостной смеси (ГЖС); 3 — сифонная трубка; 4 — лента монтажная; 5 — болт дренажный; 6 — предохранительный клапан; 7 — пусковой баллон с газом-вытеснителем; 8 — запорно-пусковое устройство (ЗПУ); 9 — кронштейн для крепления пускового баллона; 10 — рукав высокого давления; 11 — штуцер промежуточный; 12 — распределительный трубопровод; 13 — сигнализатор давления (СДУ); 14 — потолочное перекрытие; 15 — питающий трубопровод; 16 — узел направленной доставки; 17 — ороситель; 18 — блок оросителей; 19 — стандартный тройник; 20 — распределительный трубопровод; 21 — узел подключения устройства для заправки емкости составом ОТВ

местный характер. При влажности бетона менее 3 % взрывообразного разрушения его не происходит. Такой же эффект наблюдается при растянутом во времени температурном режиме нагрева. Установлено, что вид заполнителя бетона не влияет на его разрушение.

Однако этого можно избежать, применяя для пожаротушения системы тонкораспыленной воды с размером капель 150 мкм и менее. Капли подобного размера обладают высокой проникающей и охлаждающей способностью. Поэтому применение так называемого водяного тумана позволяет эффективно бороться с пожарами при расходе воды около 0,03 л/с на 1 м².

Анализируя возможные средства и способы пожаротушения в высотных зданиях, мы пришли к выводу, что единственно возможным и эффективным способом подавления пожара является применение на начальной стадии его развития тонкораспыленной воды.

К идее использования воды в тонкораспыленном состоянии, подавления пламени мелкими каплями воды размером несколько десятков микрон привели попытки специалистов повысить огнетушащую эффективность воды. Применение тонкораспыленной воды позволяет насытить зону горения водяными парами за считанные секунды и быстро подавить пламя. Вода в таком состоянии занимает промежуточное положение между жидкостью и газом и сочетает в себе преимущества как жидкостного, так и газового тушения. Аэрозольное состояние воды достигается путем выброса воды под давлением через специальные, предназначенные для этой цели оросители. При сравнении существующих в настоящее время средств тушения (газовые составы, огнетушащие порошки, водопенные композиции, аэрозоль-

ные составы) приходится признать, что вода — это не только наиболее надежный и безопасный способ пожаротушения, но и самый распространенный: около 90 % всех пожаров ликвидируется с ее использованием. В то же время применение воды имеет целый ряд недостатков:

- неэффективное использование и слишком большой расход воды;
- возможность дополнительного ущерба (при ликвидации пожара в помещении находящееся в нем оборудование и материальные ценности затапливаются излишками воды);
- необходимость использования дополнительного оборудования и обеспечения первой категории надежности электроустановок.

Как отмечалось выше, применение систем тонкораспыленной воды дает возможность избежать этих недостатков. Развитие данного направления позволило создать системы автоматического пожаротушения для подавления очагов возгорания в течение 30–50 с от начала возникновения пожара, что дает основание считать такой способ одним из самых эффективных.

Перечень помещений, в которых применение тонкораспыленной воды эффективно, постоянно расширяется. Данный способ пожаротушения можно

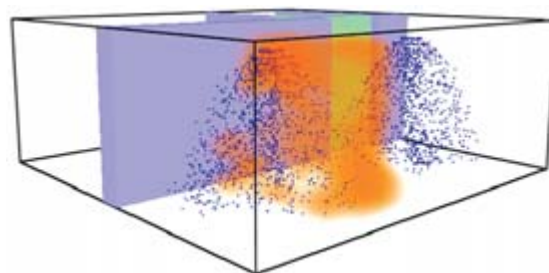


Рис. 2. Схема тушения тонкораспыленной водой

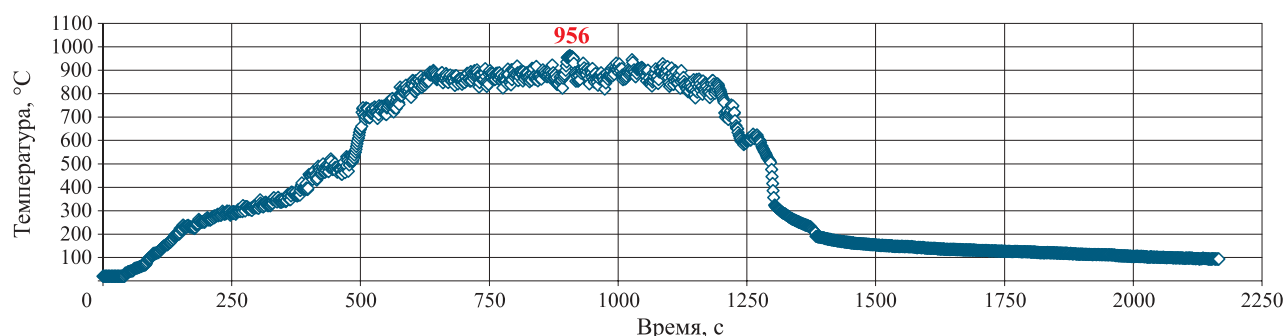


Рис. 3. Изменение температуры при пожаре в торговом отсеке

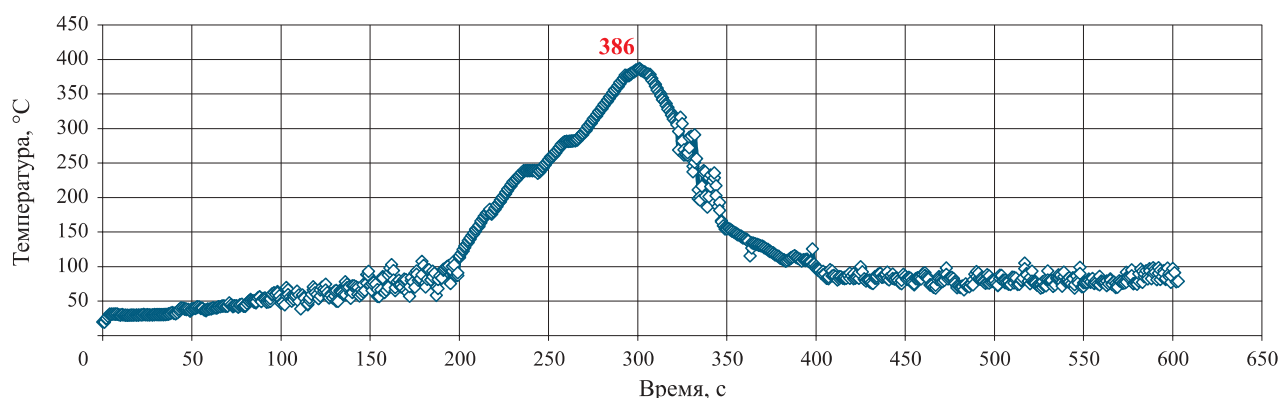


Рис. 4. Влияние тонкораспыленной воды на температуру в торговом отсеке при пожаре при использовании модульной установки

использовать практически на любых объектах, и даже в жилых зданиях.

В высотных зданиях целесообразно применение модульных установок тонкораспыленной воды, обеспечивающих быстрое подавление пожара с минимальным расходом воды. Общий вид такой установки показан на рис. 1, а схема ликвидации пожара тонкораспыленной водой — на рис. 2.

Разработка системы ликвидации пожара в высотном многоэтажном здании состоит из нескольких этапов:

- 1) деление здания на противопожарные отсеки;
- 2) оценка свободно развивающегося пожара в отдельных отсеках с учетом пожарной нагрузки на этажах выделенных отсеков;
- 3) влияние тонкораспыленной воды на параметры пожара в отсеках высотного здания.

Результаты оценки первых двух этапов приведены в работе [1]. Высотное multifunctional здание делится по функциональному назначению на четыре горизонтальных отсека: первый (подзем-

ный) — гараж; второй — торговые этажи; третий — офисные этажи; четвертый — жилые помещения [1].

При свободном развитии пожара в течение первых 10 мин с момента его возникновения температура на этаже пожара достигает критических пределов — от 830 °C (в гараже) до 960 °C (в торговом отсеке). Применение тонкораспыленной воды для тушения пожара (как показывает моделирование) позволяет не только остановить рост температур (до 300–400 °C), но и предотвратить дальнейшее развитие пожара. Результаты моделирования условий развития пожара в отсеках [2–4] показаны на рис. 3 и 4.

Выводы

Как показывают расчеты, применение тонкораспыленной воды для тушения пожара обеспечивает минимизацию температур на начальной стадии его развития (до 350–400 °C), безопасных для железобетонных конструкций, и прекращение пожара при использовании необходимого количества воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динь Конг Хынг, Ворогушин О. О., Корольченко А. Я. Динамика развития пожаров в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 12. — С. 60–66.

2. Рекомендации по использованию программы FDS с применением программ PyroSim 2010–12 и SmokeView. — Екатеринбург: Ситис, 2011. — 176 с.
3. Мак-Граттан К., Хостикка С., Флойд Д. Программа FDS — версия 5 : руководство пользователя. — Гейтерсбург, Мэриленд : Национальный институт стандартов и технологии США, 2007. — 201 с.
4. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. — М. : Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 с.

Материал поступил в редакцию 17 января 2013 г.

English

THE INFLUENCE OF WATER MIST FIRE-EXTINGUISHING IN CASE OF FIRE IN HIGH-RISE BUILDING

DINH Cong Hung, Postgraduate Student of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation; e-mail address: dinhconghung@mail.ru)

KOROLCHENKO Aleksandr Yakovlevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation)

OKHROMENKO Artem Sergeyevich, Student, Siberian Federal University (Svobodnyy Avenue, 79, Krasnoyarsk 660041, Russian Federation; e-mail address: artem-hrom@mail.ru)

ABSTRACT

Practice shows extinguishing fires in high-rise buildings is achieved by using a compact water on the outside of the building. Modeling fire to temperature in the rooms of the building is dangerous for concrete values. Therefore, the termination of a fire, the initial stage of the transition to a fire in an advanced stage. If there are people in buildings only way is to use a water mist systems. The application of this method allows, according to calculations, to stop the fire for 5–6th minutes after its occurrence, avoiding to the development of dangerous temperatures. Development of the extinguishing fire system in a tall building consists of several stages: the division of the building on fire compartments; evaluation freely developing fire in separate compartments with the greatness of the fire load on the floor isolated compartments; the impact on the parameters of water mist fire compartments skyscraper.

Keywords: subdivision; fire; high-rise building; firefighting.

REFERENCES

1. Dinh Cong Hung, Vorogushin O. O., Korolchenko A. Ya. Dinamika razvitiya pozharov v vysotnykh zdaniyakh [Dynamics of development of a fire in high-rise buildings]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 12, pp. 60–66.
2. Rekomendatsii po ispolzovaniyu programmy FDS s primeneniym programm PyroSim 2010-12 i SmokeView [Recommendations for use of FDS program with application of the PyroSim 2010-12 and SmokeView programs]. Yekaterinburg, Sitis Publ., 2011. 176 p.
3. McGrattan K., Hostikka S., Floyd J., Baum H., Rehm R. *Fire Dynamics Simulator (Version 5), Technical Reference Guide*. NIST Special Publication 1018-5, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, 2007. 201 p.
4. Koshmarov Yu. A. *Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii* [Forecasting of fire hazards in the case of indoor fire]. Moscow, State Fire Academy of Ministry of Interior of Russia Publ., 2000. 118 p.



СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Юридический адрес: 142301, г. Чехов, Московская обл., Вишневый бульвар, 8

Почтовый адрес: 117465, г. Москва, а/я № 7

Тел/факс: +7 (495) 775-27-96; 984-07-96

E-mail: artsok@centro.ru, postmaster@artsok.com

http: www.artsok.com

Система менеджмента качества сертифицирована как соответствующая требованиям 9001–2008

Запорно–пусковые устройства (ЗПУ) МГП сертифицированы как соответствующие требованиям
Директивы безопасности Европейского Союза PED 97/23/EC



Модули МГП-16 емкостью от 2 до 100 л
на рабочее давление до 19,6 МПа (200 кгс/см²),
МГП-35 емкостью от 60 до 100 л
на рабочее давление до 14,7 МПа (150 кгс/см²),
МГП-50 емкостью от 60 до 100 л
на рабочее давление до 6,37 МПа (65 кгс/см²)
и батареи на их основе



Приборы
приемно-
контрольные
пожарные
и управления
ППКПУ 4/16
«АИСТ»



Стойки с весовыми устройствами
для МГП-16 и МГП-35



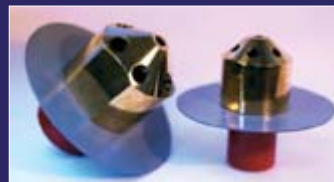
Модули изотермические для жидкой двуокиси
углерода (МИЖУ) емкостью от 3 до 28 м³
(стационарные и передвижные)



Распределительные устройства
(РУ) для комплектации АУГП
централизованного типа



Насадки для распыления
газовых огнетушащих веществ
(струйные и локальные)





БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС «ЭТАЛОН БЕЗОПАСНОСТИ»
ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОСТИ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ
 БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
 ДЕНЬ МОНТАЖНИКА И ПРОЕКТИРОВЩИКА
 БЕЗОПАСНОСТЬ БОЛЬШОГО ГОРОДА
 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ
 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. НЕВСКИЙ ДИАЛОГ

Здесь определяется вектор безопасности

**12-15
 НОЯБРЯ
 2013**

Место проведения:
 Санкт-Петербург, Ленэкспо



Sfiteх

St. Petersburg International Security & Fire Exhibition

IS CS

4-я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
 ИНФОРМАЦИЯ: ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ

TS FS RS

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
 АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
 СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

ОХРАНА И БЕЗОПАСНОСТЬ
22-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

Получите электронный
 билет на сайте:

www.sfiteх.ru

Организатор: **primexpo** **ufi** +7 (812) 380 6009/00, SECURITY@PRIMEXPO.RU

Генеральный интернет-партнер: **SEC.RU** **Секторальный центр по информации** Медиа-партнер: **РПА** **Институт безопасности** Информационная поддержка: **ТБ** **Технологии защиты**

РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА НЕЗАВИСИМОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОГО РИСКА

© **М. П. ДУБИНИН**, президент Ассоциации “Национальный союз организаций в области обеспечения пожарной безопасности”
(Россия, 115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 4; e-mail: nsopb@nsopb.ru)

© **Н. В. АФАНАСЬЕВ**, директор СРО “Национальное объединение специалистов (экспертов) в области оценки соответствия”
(Россия, 115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 4; e-mail: nsopb@nsopb.ru)

© **В. В. ЖУКОВ**, начальник отдела Ассоциации “Национальный союз организаций в области обеспечения пожарной безопасности”
(Россия, 115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 4; e-mail: nsopb@nsopb.ru)

1. Положение дел с независимой оценкой пожарного риска

Для проведения оценки соответствия объекта требованиям пожарной безопасности (ПБ) частными экспертными организациями разработаны “Правила оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска” [1]. В соответствии с Административным регламентом по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [2] предприятия, учреждения, организации (далее — организации) освобождаются от проверок органов Государственного пожарного надзора (далее — ГПН) на 3 года, если по результатам экспертизы и в соответствии с указанными правилами объект соответствует требованиям пожарной безопасности. С учетом установленного 3-летнего периода между плановыми проверками инспектор может не контролировать организацию 6 лет.

Первый опыт оказался положительным. Институт независимой оценки пожарного риска (далее — НОР) прошел проверку временем и доказал свою полезность. В результате использования НОР вместе с расчетом пожарного риска и применением дополнительных противопожарных мероприятий многие объекты экономики и социальной сферы получили на длительный срок отсрочку от проведения проверок органами ГПН. Однако несмотря на огромные потребности экономики в пожарно-профилактических услугах институт НОР не стал широко востребованным. Этому есть несколько причин.

Первая группа причин:

а) обоснованное непризнание многих заключений оценки риска органами ГПН, так как они носят откровенно спекулятивный характер.

Мнение коллег на форуме: “...все эти НОР рождаются буквально за пару дней, как уведомят хозяин о предстоящей проверке, так они и рождаются за пару дней и представляются с сопроводи-

ловкой: вот Вам заключение НОР, идите со своей проверкой. Если Вы знакомы с “качественной” НОР, то, наверное, представляете, чего там написано (полдня поискать в интернете, полдня поменять названия и адреса...)”;

б) непризнание органами ГПН многих честно и “искренне” сделанных, но “неубедительных”, “неаргументированных” экспертных заключений из-за отсутствия стандартов технологий проведения, подготовки и необходимого содержания заключений НОР;

в) плохой учет органами ГПН направленных к ним заключений НОР.

Вторая причина заключается в том, что многие территориальные органы ГПН не хотят терять “пожарно-техническую власть” и с поддержкой прокуратуры фактически отказались выполнять требование своего министра, изложенное в административном регламенте, — не проверять организации, если есть заключение НОР.

Третья группа причин, основная и главная, состоит в следующем.

Во-первых, не решена старая, но коренная проблема — вопрос приемлемости стоимости обеспечения ПБ. Услуга НОР основана на тех же требованиях ПБ, какие используют органы ГПН. Как известно, эти требования формируют такую стоимость обеспечения ПБ, которая “не по карману” не только российскому бизнесу, но и муниципальным и государственным собственникам. Одной из причин такой стоимости является противоправное техническое регулирование пожарной безопасности имущества частного собственника, что влечет за собой необоснованные расходы для субъектов предпринимательской деятельности.

Мнение пожарных инспекторов на форуме: “У пожарного надзора в мозгах прописано: “Это — только противопожарные мероприятия, требующие значительных материальных, денежных и физических

затрат”. “В большинстве случаев эти меры просто памятник неадекватности потраченных финансовых средств”.

Во-вторых, НОР не дает истинной оценки состояния ПБ, потому что:

а) НОР — это еще не вся пожарная безопасность. Здесь нет оценки состояния противопожарного режима и организационной работы руководителей;

б) НОР — это фиксация момента, который представляет собой миг по сравнению с 6 и 3 годами. За этот миг невозможно дать оценку пожарной безопасности, которая является понятием и кругло-суточным, и круглогодичным, является процессом, а не чем-то застывшим. Даже если в современном здании, построенном вчера, в строительной и технологической частях нет нарушений требований ПБ, то на следующий день они появятся. А за 6 лет будут нарушены требования ПБ миллионы раз;

в) заключения НОР с позиций способности активно воздействовать и влиять на процесс — это всего лишь экспертная оценка, которая является слабым управляющим инструментом. А бизнес нуждается не только в оценке, но прежде всего в длительном положительном воздействии на процесс.

В Ассоциацию “Национальный союз организаций в области обеспечения пожарной безопасности” обращается большое число организаций и специалистов с предложением дополнить НОР длительным контролем за состоянием ПБ. Да и на Всероссийской конференции “Проблемные вопросы развития института независимой оценки пожарного риска и пути их решения” (Москва, 29.05.2012 г.) выступающие поднимали этот вопрос: “НОР как контроль за состоянием пожарной безопасности является эпизодическим и кратковременным, а для обеспечения пожарной безопасности необходимы более длительные контрольные мероприятия”.

Итак, НОР недостаточно востребована в основном потому, что важных проблем пожарной безопасности объектов экономики и социальной сферы она не решает, как не решает проблемы и тех, у кого были, есть и будут нарушения требований ПБ “капитального характера”. Заключения НОР оказывают недостаточно эффективное влияние на противопожарное состояние объекта.

Решение задач совершенствования института НОР невозможно без изменения принципов управленческой и надзорной работы государства там, где эти принципы не вписываются в современный контекст. Поэтому нам предстоит найти соответствующую нишу для альтернативных, негосударственных форм оценки соответствия требованиям ПБ. Далее рассмотрим необходимые для этого мероприятия.

2. Содержание проверок органами ГПН и их современные задачи

Дело в том, что в содержание проверок, осуществляемых органами ГПН, входит как минимум две составляющие. Первая — это выявление всех имеющихся нарушений требований ПБ на момент проверки. И вторая — правовое воздействие на лиц, ответственных за пожарную безопасность. Вторая составляющая — это, без сомнения, государственная функция. А вот первая составляющая является фактически оценкой состояния, т. е. экспертизой. Затем формируется экспертное заключение в виде предписания. Очевидно, что такая экспертная работа не является функцией государства. Поэтому функция государственного пожарного надзора не может быть одной из форм оценки соответствия требованиям ПБ, как это ошибочно закреплено в ст. 144 Федерального закона № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [3]. Эта статья не может быть истолкована в том смысле, что организации могут выбирать себе проверяющего — либо государственного инспектора, либо частного эксперта. Государство всегда было, есть и будет “проверяющим”. Освобождение органами ГПН от проверок организаций по программе НОР — это выполнение задачи уменьшения роли государства в системе обеспечения ПБ, а не программа по выбору себе проверяющего.

У государственного пожарного надзора другая задача — надзор. Это, во-первых. Во-вторых, качество экспертных работ. Общеизвестно, что инспектор выявляет 1/5–1/6 от фактически имеющихся на момент проверки организации нарушений требований ПБ.

Вот что пожарные инспектора говорят на форуме: “В среднем инспектор из 100 % нарушений замечает процентов 10–15, а опытный инспектор ГПН — 20–25 %, а остальные нарушения так и остаются незамеченными”.

В-третьих, коль скоро инспектор выполняет экспертные работы, то и ответственность он несет за пожары как эксперт. Прокуратура и суд спросят с него: “Почему не выявил?”. А ведь он не эксперт.

Из материалов уголовного дела: “Инспекторам органов ГПН вменяется в вину ненадлежащее исполнение своих должностных обязанностей, в результате чего в “Хромой лошади” не были выявлены многочисленные нарушения требований пожарной безопасности. Инспектор не запросил и не изучил техническую документацию, не выяснил законность проведенной реконструкции, в том числе закладки оконных проемов”.

В-четвертых, бесплатное использование бизнесом, органами государственного управления эксперт-

ных результатов проверок исключает формирование и развитие рынка экспертных услуг.

В-пятых, выполнение экспертных работ инспекторами ГПН — это подмена специалистов предприятий и организаций, которые должны сами выявлять нарушения требований ПБ. Эта подмена приводит к негативным последствиям. Органы ГПН сформировали ложное представление у руководителей и предпринимателей, что ничего дополнительно к тому, что написал государственный инспектор, предпринимать не надо: мол, мы, профессионалы, скажем вам, что надо делать для борьбы с пожарами. И руководители ничего не предпринимаяют. А когда пожар все-таки происходит, то мы, профессионалы, здесь ни при чем. И инспектора приходят уже не в качестве консультантов-экспертов, а в качестве обвинителей-дознателей. *Это все равно что взрослому приучить школьника к выполнению за него домашних заданий, а когда его оставляют в второй год, сказать ему, что он сам виноват.* Мы, профессионалы, скажем вам, что надо делать для борьбы с пожарами. Но вместо простых, недорогих мер эти профессионалы предлагают технически не обоснованные и завышенные (по сравнению с разумным уровнем), которые заведомо не выполнимы из-за их технической и организационной оторванности (бесполезности) от российской противопожарной действительности. А когда происходит пожар, эти профессионалы заявляют: “А мы вам говорили...”. *Это все равно что взрослый подсказывает школьнику решение задачи способом, который не может быть понятен ему, а когда школьник получает неудовлетворительную оценку, говорит ему, что он сам виноват.*

Почему негосударственные экспертные работы стали функциями органов ГПН? Уже обращалось внимание специалистов, что с 1992 г. не произошло разгосударствления правоотношений в системе пожарной безопасности страны, поэтому до настоящего времени действует философия советской “единой фабрики” [4]. Обратимся к законодательству и руководящим документам органов ГПН, чтобы получить ответ на два вопроса. Первый: обязывают ли нормы права органы ГПН выявлять все имеющиеся на момент проверки нарушения требований ПБ? В Постановлении Правительства “О Федеральном государственном пожарном надзоре” [5] написано, что органы ГПН осуществляют деятельность, направленную на выявление нарушений требований пожарной безопасности; инспектора выдают предписания об устранении выявленных нарушений требований пожарной безопасности. В Административном регламенте [2] установлено, что на должностные лица органов ГПН возлагаются полномочия по выявлению нарушений требований пожар-

ной безопасности. Теперь ответим на второй вопрос: обязывают ли нормы права организации самим выявлять все имеющиеся нарушения требований ПБ и самим не допускать нарушений всех установленных требований ПБ? В Федеральном законе № 69-ФЗ [6] записано, что руководители организации обязаны соблюдать требования пожарной безопасности. Но всем известно, что 99 % требований не относятся напрямую (лично) к руководителю, а являются обязанностью работников предприятия. Поэтому такая юридическая формулировка не обязывает руководителя, во-первых, “не допускать” нарушений другими и, во-вторых, “выявлять нарушения, допущенные” другими. И в “Правилах противопожарного режима в Российской Федерации” [7] не установлены такие обязанности руководителя, как “не допускать” и “выявлять”. Так что же получается? Руководители предприятий и организаций не обязаны выявлять нарушения требований ПБ, а инспектор обязан? Вот что пишет пожарный инспектор: “...проверил больничный комплекс, готовлю акт из 400 пунктов...”. Очевидно, что это не надзор, а экспертиза состояния: инспектор показывает руководству больничного комплекса недостатки, которые те и без него видят (должны видеть) каждый день. Но таким образом пожарную безопасность не обеспечишь. Так только можно пополнять наши тюрьмы “без вины виноватыми” инспекторами органов ГПН МЧС.

Пожарные инспектора говорят на форуме: “Опасная это работа — инспектор ГПН”; “вместо построения системы безопасности строится система заложников из инспекторов ГПН”; “что нам делать, чтобы не посадили? Писать побольше предписаний и жалоб в прокуратуру и заваливать суды ходатайствами о приостановке работы объектов?”.

Органы ГПН должны заявить предприятиям и организациям: “Сами, без нас, не допускайте нарушений требований пожарной безопасности. Сами, без нас, выявляйте допущенные нарушения, независимо от того, придем мы для контроля или нет. Это ваши обязанности, а не наши”.

Учитывая сказанное, необходимо из содержания проверок органами ГПН исключить экспертные работы по выявлению при проверках организаций “всех имеющихся на момент проверки нарушений требований ПБ”. Тогда возникает вопрос: а кто должен выявлять нарушения требований ПБ?

3. Необходимость наличия системы управления пожарной безопасностью в каждой организации

Мы говорили о том, что в федеральном законе [6] записано, что руководители организации обя-

заны соблюдать требования пожарной безопасности и что 99 % требований не относятся напрямую (лично) к руководителю, а являются обязанностью работников предприятия. Поэтому руководитель лично не может ни нарушить их, ни соблюсти. *Противоречие.* Известно, что система ПБ состоит как минимум из 1200 параметров. Значит, мест, где могут быть нарушены (где должны соблюдаться) требования ПБ, миллионы. А контроль за таким количеством мест один руководитель лично осуществить не может. Почему тогда в законе записано, что “руководитель обязан соблюдать...”? *Противоречие.* Установлено, что руководитель организации осуществляет непосредственное руководство системой пожарной безопасности. Но что такое система пожарной безопасности, законодательством не определено. Тогда чем руководить? Вновь *противоречие.* Более того, записано, что в эту систему входит “комплекс организационно-технических мероприятий”. Но, кроме социалистического понимания из ГОСТов 80-х годов с архаичным “привлечением советской общественности к вопросам...”, ни в одном руководящем или правовом документе либо методичке вы не найдете квалифицированных и современных пояснений, что такое “организационно-технические мероприятия”. Тем не менее от руководителя требуют разрабатывать такие мероприятия, а от инспектора — их контролировать, т. е. разрабатывать и контролировать то, чего не знает никто. И здесь *противоречие.*

Правилами противопожарного режима [7] установлено, что руководитель организации назначает лицо, ответственное за пожарную безопасность, которое должно “обеспечить соблюдение требований...”. Возникает вопрос: зачем назначать лицо, “ответственное за пожарную безопасность”, если руководитель за это уже отвечает? И почему руководитель сам не может “обеспечить соблюдение требований”, а назначает себе дублера? Снова *противоречие.* Вот пример такого противоречия: “На 150 тысяч потянуло... отсутствие в Рассказихинском сельсовете Алтайского края ответственного за противопожарное состояние объекта...”.

Далее мы видим, что должны назначаться так называемые “ответственные лица” за обеспечение ПБ или проведение отдельных пожароопасных работ. Обратим внимание, что должностные лица, руководители линейных и функциональных структурных подразделений, — это и есть ответственные лица. Тогда зачем назначать еще группу ответственных лиц и тем самым создавать параллельную систему управления из так называемых “ответственных лиц”, статус, порядок назначения и полномочия которых не установлены? А значит, и юридическая ответственность не может наступить. Соответствен-

но, эта параллельная структура не будет работать, да и не работает. *Противоречие.*

Мнение специалистов: “...никак не обозначено, по каким критериям выбирается это лицо. Теоретически получается: можно назначить уборщицу, провести с ней обучение по курсу пожарно-технического минимума и пусть обеспечивает, а случись чего, пусть штрафуют или, в крайнем случае, сажают”.

В 100 требованиях ПБ из 500, имеющихся в Правилах противопожарного режима [7], записано, что руководитель должен:

- сообщать подразделениям пожарной охраны данные об опасных (взрывоопасных) сильнодействующих ядовитых веществах;
- обеспечить наличие планов эвакуации людей при пожаре;
- обеспечить наличие табличек с номером телефона;
- обеспечить наличие исправных электрических фонарей;
- обеспечить объект огнетушителями;
- обеспечить своевременную очистку от горючих отходов, мусора и тары;
- осуществлять проверку и ремонт печей и котельных;
- обеспечить проведение очистки дымоходов и печей от сажи;
- обеспечить исправность клапанов мусоропроводов.

В связи с этим возникают новые вопросы. Почему противопожарные обязанности руководителя сформулированы так, что руководитель непосредственно отвечает за огромную массу (более 100) технических и организационно простых вопросов, не относящихся к уровню его компетенции? Ни в теории менеджмента, ни в жизни так не бывает и не должно быть. *Противоречие.* И второй вопрос. Если в 100 требованиях записано, что за них отвечает руководитель, то кто отвечает за остальные 400 требований ПБ, имеющихся в Правилах [7]? И здесь *противоречие.*

Возьмем руководящие документы органов ГПН. В Административном регламенте [2] сказано, что при проверке организаций решения надо принимать “с учетом разграничения ответственности и полномочий за обеспечение пожарной безопасности по каждому... должностному лицу”. Однако документа, который разграничивает ответственность и полномочия должностных лиц за обеспечение ПБ “внутри” организации, нет. *Противоречие.* Никакого пожарно-технического смысла не заложено в слова: “проверить правила поведения людей”, “проверить порядок организации производства” (ст. 43 [2]).

Обратили внимание на то, как много противоречий? И все они относятся к управленческим функциям руководителя и к организации управления предприятием в целом. Мы видим, что в вопросах проверки “внутренних” управленческих процессов на предприятии у органов ГПН отсутствует последовательность. Во всем этом нет системы. И главное — нормами права для объектов экономики и социальной сферы не установлена система, которая не допускает нарушений требований ПБ, и не установлена система, выявляющая допущенные нарушения требований ПБ. Почему государство не требует обеспечивать пожарную безопасность через существующую и действующую в организации, на территории, в отрасли систему их управления? Ведь организация производства, обеспечения качества, безопасности, экологии и других полезных вещей осуществляется и реализуется через соответствующую систему управления.

Почему в других государственных надзорных структурах безопасность обеспечивается через стандарты, регулирующие “управленческие процессы внутри организации”? Например, промышленная безопасность (ГОСТ Р 12.0.007–2009) [8]. И только пожарная безопасность, как мы видели, осуществляется не через систему, как-то криво, не по-нормальному, как в колхозной пожарно-сторожевой охране. Может быть, пожарная безопасность — это что-то примитивное, не требующее сложных методов управления? Но пожарная безопасность — это и государственное, муниципальное, отраслевое, корпоративное управление. Это и управление производственными технологиями и технологиями проектирования. Это и дисциплина общественного поведения, и дисциплина труда, и организованность. Это и финансовая дисциплина, включая оценку экономической эффективности. Пожарная безопасность — это часть производства, часть экономики и часть нашей жизни. А жизнь примитивными методами не урегулируешь. Государство установило обязанности, **что** соблюдать, но неправильно установило обязанности, **как** соблюдать. И тем самым создало условия для управленческого хаоса, приводящего к “пожарному” беспорядку. Несколько лет назад мы уже обращали внимание пожарно-технической общественности на этот вопрос [4].

Правда, некоторые отрасли решают проблемы пожарной безопасности именно через “систему”. Примером может являться СТО РЖД 1.15.009–2009 “Система управления пожарной безопасностью в ОАО “РЖД”.

В связи с этим на каждом предприятии, в каждой организации должна быть система управления пожарной безопасностью (далее — СУПБ). Противопожарное законодательство должно регулиро-

вать процессы управления обеспечением пожарной безопасности “внутри” организации. СУПБ должна быть объектом правового и технического нормирования.

СУПБ вводимых в эксплуатацию зданий и сооружений

В настоящее время возведенные и сданные в эксплуатацию здания и сооружения подлежат проверке органами ГПН только через 3 года. При принятии такого решения имелось в виду, что новое здание не имеет нарушений требований ПБ и что там проверять нечего. Но это принципиальная ошибка властей. Дело в том, что при принятии решения об отсрочке мероприятий по контролю на 3 года верх взяли экономические структуры.

Пожарная безопасность вновь построенного и еще не эксплуатируемого здания и пожарная безопасность эксплуатируемого здания — это разные вещи. Пожарная безопасность построенного здания определяется применением противопожарных инженерно-технических и противопожарных архитектурно-конструктивных (объемно-планировочных) систем и средств, а противопожарная безопасность эксплуатируемого здания, кроме перечисленного, обуславливается еще противопожарным режимом и наличием СУПБ. Ведь без противопожарного режима, который реализуется через СУПБ, пожарную безопасность не обеспечишь. Это очевидно. Поэтому в организациях — пользователях вводимых в эксплуатацию зданий должны быть сформированы СУПБ. И в целях ограничения административных барьеров, и в целях уменьшения ролевой доли государственного контроля представляется целесообразным ввести сертификацию СУПБ организаций — пользователей сдаваемых в эксплуатацию зданий и сооружений.

Отсутствие в организации СУПБ — это угроза возникновения пожара, это угроза причинения вреда

Теория пожарной безопасности уже много лет пытается объяснить физику вопроса “угрозы пожара”. Иными словами, познать и предугадать тот момент, когда совпадают несколько неких явлений и процессов, приводящих к возникновению неконтролируемого горения, и определить, какие нарушения требований пожарной безопасности создают угрозу возникновения пожара. Мы не знаем, дойдет ли до этого наука. Но многие согласятся с утверждением о том, что угроза пожара возникает в том случае, когда в организации не занимаются пожарной безопасностью. Тогда ей грозит “пожарный” бардак и хаос. В конце концов, наступает тот “момент” и те некие “явления и процессы”, которые приводят к пожару. Поэтому отсутствие на предприятии или

в организации СУПБ — это и есть угроза возникновения пожара.

Представляется целесообразным закрепить как техническую норму, что “отсутствие в организации СУПБ — это угроза возникновения пожара, это угроза причинения вреда”.

4. Пожарно-профилактическая работа как составная часть системы управления пожарной безопасностью

При рассмотрении вопроса, почему институт НОР недостаточно востребован, был сделан вывод о том, что для обеспечения ПБ необходимо положительное воздействие на управленческие процессы обеспечения ПБ и более длительные контрольные мероприятия, чем НОР. А что может оказать положительное воздействие и быть “более длительным контрольным мероприятием”? По нашему мнению, это пожарно-профилактическая работа (далее — ППР). ППР — это специальный вид работ, осуществляемый в организации, по недопущению и выявлению нарушений требований ПБ и их устранению, по разработке противопожарных мероприятий и пр. Мы пока не приводим точного определения. Но специалисты легко поймут, о чем речь. Предлагаемая нами профилактическая работа построена на принципах объектовой пожарной охраны МВД, МЧС. Весь (более чем 60-летний) опыт объектовой пожарной охраны в СССР и России показал огромную полезность такой работы. Мы утверждаем, что объектовая пожарная охрана принесла и приносит больше пользы, чем “мимолетные” проверки объектов органами ГПН.

Что положительного в ППР? Во-первых, ППР — это активный и организующий элемент СУПБ (как вид управленческих работ). ППР является тем звеном, которое организует противопожарную работу руководителей и специалистов без государственных напоминаний и кнотов, превращая тем самым СУПБ в самоуправляемую систему. Самоуправляемость обеспечивается за счет того, что ППР направлена на контроль, подготовку проектных решений и обеспечение ознакомления с ними руководителя. А руково-

дитель обязан принимать решения. Такая система работает без государства (рис. 1).

Во-вторых, ППР — это тот регулятор, который воздействует на весь спектр параметров (а их 1200) пожарной безопасности. В-третьих, организация ППР в отличие от НОР обеспечивает соблюдение противопожарного режима, без которого пожарную безопасность не обеспечишь. В-четвертых, в задачи ППР входит решение проблем, возникающих при осуществлении противопожарных мероприятий “капитального характера”. В-пятых, ППР может выступать в качестве компенсирующего противопожарного мероприятия в тех случаях, когда отдельные из “капитальных” требований ПБ не могут быть выполнены. Перечисленные положительные качества ППР делают ее необходимой для объектов экономики и социальной сферы. ППР можно еще назвать работой по организации ПБ.

Таким образом, пожарно-профилактическая работа является главным элементом системы управления пожарной безопасностью организации.

5. Объектом государственного пожарного надзора должна быть система управления пожарной безопасностью организации

Вопрос с точки зрения закона

Обратимся к законодательству и руководящим документам органов ГПН. В Федеральном законе № 69-ФЗ [6] говорится, что государственный пожарный надзор — это осуществление проверок деятельности организаций. В Административном регламенте [2] в нарушение требований закона о том, что предметом надзора является деятельность организаций по соблюдению требований ПБ, неверно сформулировано: “Предметом надзора является соблюдение требований ПБ организациями”. Исключено коренное (в управленческом смысле) слово “деятельность”. В другом месте [2] записано, что предметом проверки является “оценка соответствия деятельности должностных лиц”. И далее в [2] устанавливается, что во время проведения проверки анализируются: правоустанавливающие документы, учредительные документы, приказы, распоряжения

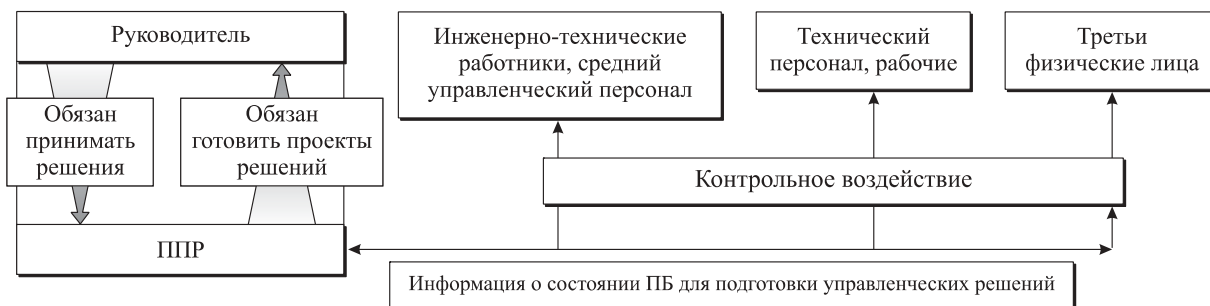


Рис. 1. Схема самоуправляемой системы управления пожарной безопасностью

о назначении лиц, ответственных за противопожарное состояние, должностные инструкции, техническая документация. Иными словами, регламент [2] близок к пониманию, что в этих документах “зарыта” СУПБ, однако не раскрыл этой системы инспектору. Эти факты говорят о том, что принцип, в соответствии с которым объектом государственного надзора организаций должна быть их система управления пожарной безопасностью, хотя неявно и слабо, но все-таки выражен в пожарном законодательстве. Но в руководящих документах этот принцип описан таким непрофессиональным языком, что ничего не поймешь.

Вопрос с точки зрения возможностей государственного пожарного надзора влиять на состояние ПБ

То, что инспектор органов ГПН за период времени, который ему отводится для проверки организации, выявляет незначительную часть имеющихся “видимых” нарушений требований ПБ “капитального характера”, а вопросы противопожарного режима он не решает вообще, — это общеизвестные факты.

“Режимные требования пожарной безопасности в акты и предписания мы не включаем. В судах по ним не бьемся, начальники и прокуроры молчат”, “...люди тратят огромные деньги на выполнение ненужных мероприятий, а то, что надо сделать в первую очередь, так и не попадает в предписания...”

За основу работы инспектора взят принцип, который можно сформулировать одной фразой — “то, что глаза успели увидеть” (рис. 2). Мы отмечали, что система ПБ состоит как минимум из 1200 параметров, а “глаза” инспектора “успевают увидеть”, по нашему мнению, только 200 параметров, а остальные остаются “за кадром”.

Руководящие документы не дают разъяснений инспектору, как, появляясь в организации один раз в три года, решать проблему противопожарного режима. Чтобы обнаружить и оказать влияние на все параметры, на объекте надо находиться гораздо больше того времени, которое отводится инспектору. Какой из этого выход? Инспектор должен использовать для этого СУПБ (рис. 3).

В научно-реставрационном центре им. И. Э. Грабаря в Москве 15.07.2010 г. произошел пожар из-за того, что при проведении ремонтных работ на крыше рабочие пользовались паяльной лампой. В этой организации отлично работала ее общая система управления. И в течение 25 лет нарушения требований ПБ за директора выявлял инспектор органов ГПН. Но когда он бывал на объекте с проверкой, огневые работы в то время не прово-



Рис. 2. Схема “визуальных” возможностей инспектора при проверке организации



Рис. 3. Использование СУПБ для обеспечения пожарной безопасности

дилься и, разумеется, инспектор их не мог видеть. Поэтому инспектор ни разу не разъяснил директору, что в случае производства огневых работ к ним нужно подготовиться так-то и так-то. Таким образом, директор не знал, что это за проблема “огневые работы”. Из этого следует, что в этом пожаре не директор виноват, а органы ГПН, которые за 25 лет не потребовали разработать меры безопасности огневых работ на случай их проведения. Виноваты органы ГПН, которые за 25 лет не потребовали сформировать в этой организации СУПБ и включить ее в общую “хорошо работающую” систему управления организацией.

Однако практика работы органов ГПН, сложившаяся за 85 лет, не изменилась. Все так же пришедший на предприятие инспектор первым делом осматривает территорию, технологические установки, оборудование, агрегаты, здания, сооружения, чтобы выявить все имеющиеся нарушения требований ПБ и включить их в предписание. А вопросы противопожарного режима, повторим, инспектор не решает вообще, т. е. объектом надзора являются территория, технологическая установка, оборудование, агрегаты, здания, сооружения, но не деятельность организаций и не служебная деятельность должностных лиц, как это установлено законодательством [2]. В п. 45 [2] так и записано, что во время проведения проверки осуществляется оценка соответствия деятельности должностных лиц. И первое, что должен делать инспектор для такой оценки, так это проводить визуальное обследование объекта защиты. А вот главного — оценки соответствия деятельности должностных лиц — в обязанности инспектора регламент

не вменяет. Поэтому инспектор все визуально осматривает, пишет предписание, а оценку деятельности должностных лиц не дает.

А как должно быть? Первое, что должен сделать инспектор, придя в организацию, спросить у руководителя: “Сколько вы (либо специально выделенное должностное лицо) выявили нарушений требований ПБ? Покажите план их устранения”. И только потом пойти и осмотреть территорию, технологические установки, оборудование, агрегаты, здания, сооружения. Но не с целью оценки соответствия, а с целью убедиться, выявлены ли эти нарушения и исправлены или нет. А в акт инспектор включит только те нарушения требований ПБ, которые выявил сам. Но при этом он должен сделать специальную запись, что им (инспектором) выявлены не все нарушения, которые есть в организации на момент проверки, а только в том объеме, который позволяет судить об эффективности или неэффективности “противопожарной работы руководителя”. А вот что лично и в полном объеме должен делать инспектор, так это проверить условия эвакуации людей при пожаре. Иначе говоря, если в первом случае нарушения “выявлялись не все, а только в том объеме...”, то во втором случае он должен выявить все нарушения и включить их в предписание. Объектом надзора для инспектора является и система управления пожарной безопасностью, и условия эвакуации людей при пожаре.

Этот путь превращает эксперта-инспектора в инспектора-контролера. И в случае пожара прокуратуре и суду и в голову не придет привлекать его к ответственности как основного виновника (ведь он нарушения требований ПБ “выявлял не все...”), а привлекать будут того, кто отвечает за “выявление всех нарушений требований ПБ”.

Таким образом, объектом государственного пожарного надзора должна быть система управления пожарной безопасностью организаций.

Почему необходима сертификация систем управления пожарной безопасностью организаций, противопожарных инженерно-технических систем при реализации программы НОР?

Сложность формирования СУПБ состоит в том, что на каждом предприятии, в каждой организации своя “архитектура” управления. А их более 2 миллионов, и во все эти “разные архитектуры управления” надо встроить технологии управления пожарной безопасностью. Внедрение в жизнь того, чего никогда не было, да еще в таких объемах, очень сложная задача, которая требует от органов ГПН огромных трудозатрат, а их инспекторский состав и без того перегружен. И этот перегруженный инспектор лично и непосредственно все должен видеть, лично

и непосредственно все должен проверить, лично и непосредственно все должен обследовать. Однако трудность заключается в том, что лично и непосредственно все видеть, проверить и обследовать качественно не получается, а часто и невозможно. Предприятий и организаций становится все больше и больше. Их характер, структура, содержание и технологии все сложнее. Параметров ПБ все больше и больше (как уже отмечалось, свыше 1200). Все значительнее динамика изменений технологий, архитектурно-строительных характеристик зданий, их функционального назначения. Все разнообразней и разнообразней спектр применяемых веществ и материалов. Повышается и уровень требований к правоприменительной практике инспекторского состава. Все больше и больше инстанций, контролирующих инспектора. Круг знаний у пожарного инспектора должен быть все шире и шире. Информации, необходимой для принятия решений, инспектору требуется все больше и больше. Да и ответственность, лежащая на инспекторе, все больше и больше возрастает. А времени инспектору на проверку организаций отводится все меньше и меньше.

И тут возникает непростая задача — освободить организацию от проверки на несколько лет. Для этого в соответствии с п. 43 [2] инспектор должен проверить выполнение организационных мероприятий и на основе этого принять решение. Выше отмечалось, что регламент [2] не раскрыл инспектору суть того, что такое организационная система, что такое организационные мероприятия. А вдруг пожар, и прокуратура скажет: “В организационных мероприятиях мы нашли брешь, а вы не нашли. На каком основании освободили?...”. Поэтому для более обоснованного принятия таких решений инспектору “придается” вспомогательный инструмент при реализации института НОР. Это сертификация систем управления пожарной безопасностью организаций, за которую несет ответственность орган по сертификации. В этом случае сертификат соответствия инспектор принимает, а организационные мероприятия не проверяет. Далее. Многие заключения НОР имеют в своем составе расчет пожарного риска. При освобождении организаций от проверок инспектор должен проверить соответствие исходных данных фактическим данным и требованиям правил проведения расчетов пожарного риска. В тех случаях, когда исходными данными является техническое состояние противопожарных инженерно-технических систем (автоматики обнаружения и тушения пожара, дымоудаления, технологической, автоматики эвакуации), инспектор вместо своей проверки технического состояния может использовать сертификацию противопожарных систем. В этом случае сертификат со-

ответствия инспектор принимает, а техническое состояние противопожарных систем не проверяет.

В России действуют экспертные организации, которые достаточно широко осуществляют сертификацию и систем управления, и систем обеспечения безопасности, и систем обеспечения качества. В сотрудничестве с органами ГПН они разработают необходимые методики и успешно будут проводить сертификацию СУПБ.

Оценка соответствия систем управления пожарной безопасностью организаций, которые претендуют на освобождение от государственных проверок, должна быть поручена органам по сертификации.

6. Мероприятия по совершенствованию экспертной услуги независимой оценки пожарного риска

Варианты применения НОР

1-й вариант НОР

Дает оценку соответствия установленным требованиям ПБ, включая требования противопожарного режима. Его применение не предусматривает расчет риска, доведение объекта до соответствия требованиям ПБ, т. е. дает оценку так, как есть. Не освобождает организации от проверок органами ГПН.

Как только органы ГПН прекратят выполнять экспертные работы и раздавать экспертные заключения в виде предписаний, то возникнет необходимость экспертные заключения приобретать. Тогда появится рынок экспертных пожарно-технических услуг. Он будет востребован в таких отраслях, как инвестиции, оборот недвижимости, государственное и муниципальное управление. Например, в настоящее время при определении уровня материально-технического обеспечения образовательного учреждения Минобразования установило, что необходимо заключение органов ГПН. Однако подготовка таких заключений не является функцией государственного пожарного надзора, а относится к экспертизе.

Этот вариант НОР будет востребован и страховщиками. Природа государства изменилась, и оно не обязано контролировать противопожарное состояние объектов страхования в объеме, к которому привык страховой бизнес. Часть этих работ придется выполнять самим страховщикам. В связи с этим у страховых компаний появляется необходимость в получении объективной оценки противопожарного состояния (т. е. “так, как есть”).

2-й вариант НОР (существующий, утвержденный правительством)

Дает оценку соответствия требованиям ПБ, но без оценки соответствия требованиям противопожарного режима и без формирования СУПБ. Его при-

менение предусматривает анализ, исследования, расчет риска, доведение объекта до соответствия требованиям ПБ путем применения дополнительных противопожарных мероприятий. Организационные мероприятия (согласно п. 43 [2]) инспектором проверяются.

В целях совершенствования технологий применения методики НОР предлагается использовать сертификацию противопожарных систем вместо проверки инспектором технического состояния этих систем, которую он должен осуществлять в качестве проверки исходных данных для расчета пожарного риска. В этом случае сертификат соответствия инспектор принимает, а состояние противопожарных систем не проверяет.

Освобождает предприятия и организации от проверок органами ГПН на 3 года.

Поскольку в данном варианте имеется в виду работа объектов без нарушений требований ПБ, то заметим, что таких объектов ограниченное количество. Ведь большинство объектов имеют нарушения требований ПБ “капитального характера”, и их устранение является для них проблемой. Таким образом, 2-й вариант НОР — это “идеальный” вариант противопожарного состояния. И перспективы его развития соответствующие.

7. Мероприятия по развитию альтернативных, негосударственных форм пожарной профилактики

Пожарно-профилактическая работа

Мы уже говорили о том, что заключение НОР недостаточно эффективно как регулятор управленческих процессов обеспечения ПБ. Но все еще существующая модель НОР освобождает объекты от государственных проверок на немалый срок. А вот, например, предприятия, на которых пожарная охрана либо штатные специалисты осуществляют пожарно-профилактическую работу, не освобождаются от проверок. Это несправедливо. Освобождать на длительный срок можно и нужно и предприятия, и организации, в которых проводится пожарно-профилактическая работа.

Итак, пожарно-профилактическая работа — это обязательный и постоянный вид управленческих работ в составе СУПБ. Выделение ППР в самостоятельный вид работ имеет ряд преимуществ:

- эту работу можно контролировать и оценивать;
- ее должны выполнять специалисты пожарной безопасности;
- ее можно передавать для выполнения сторонней экспертной организации на аутсорсинг (предоставление в аренду специалистов);
- ее можно “конструировать” как компенсирующее противопожарное мероприятие.

Формы пожарно-профилактической работы

В настоящее время ППР может проводиться:

- 1) штатными работниками организации — специалистами ПБ либо пожарной охраной предприятия;
- 2) экспертной организацией;
- 3) в рамках страхования ответственности за обеспечение ПБ руководителя организации, собственника имущества.

Несколько слов о востребованности ППР.

Во-первых, ППР будет востребована тогда, когда:

- органы ГПН прекратят выполнять экспертные работы;
- органы ГПН будут требовать в каждой организации, на каждом предприятии формирования СУПБ и проведения ППР;
- организации будут обязаны “сами себе писать предписания”, “сами себе ставить диагноз и назначать лечение”.

Во-вторых, проведение ППР — это основное условие освобождения организаций от проверок органов ГПН по программе ППР.

В-третьих, ППР будет востребована страховым бизнесом. Кроме названных выше причин, что государство не должно и не будет контролировать противопожарное состояние застрахованных объектов в тех объемах, к которым привыкли страховщики, и что страховщикам придется самим осуществлять ППР в качестве оценки и управления страховым риском (пожаром), отметим еще одну причину. Страховые компании заинтересованы в том, чтобы страховать объекты не только с “идеальным” противопожарным состоянием, которого в природе практически не существует, но и объекты с нарушениями требований ПБ. Однако при условии, что будет осуществляться ППР, что проблема противопожарного режима будет решена и что будет работать СУПБ. Поэтому программа ППР как эффективный инструмент обеспечения ПБ будет востребована страховщиками.

В-четвертых, было отмечено, что ППР может выступать в качестве компенсирующего противопожарного мероприятия по отношению к нарушениям требованиям ПБ “капитального характера”. В этих случаях 60-летняя практика объектовой пожарной охраны идет по следующему пути. Разрабатываются и применяются компенсирующие режимные мероприятия. Это специальные (адресные) мероприятия, проведение которых либо исключает, либо существенно ограничивает пожарную опасность объекта при невыполнении требований ПБ “капитального характера”, но уже с помощью другого пожарно-технического метода, другой технологии, включая так называемые противопожарные мероприятия.

В-пятых (и это главное), востребованность состоит не только в юридической обязанности проводить ППР, но и в огромной потребности в этих услугах. И вот почему. Большинство организаций не просто хотят освободиться от проверок органов ГПН. Они не хотят пожаров. Органы ГПН теперь не разъясняют, не консультируют, не предлагают приемлемое, не дают дополнительный срок, не помогают выполнять, не входят в положение и т. п. Прокуратура лично проверяет состояние ПБ многих объектов, принимает меры “прокурорского реагирования” к руководителю организации. Это “делает” пожарных инспекторов очень принципиальными, вплоть до буквоедства. Штрафы огромны. Пожары — реальная опасность. После пожара руководитель организации — первый кандидат на виновного. Страховые компании после пожара начинают допытываться, соблюдались ли требования ПБ, хотя до пожара их это не интересовало. А требований ПБ тысячи, и многие из них противоречат друг другу. Тем не менее выполнение всех требований ПБ руководитель должен обеспечить и контролировать их соблюдение своими подчиненными. Значит, он должен знать не менее нескольких сот требований ПБ. Предприниматели говорят: “Мы бы и рады соблюдать все требования, но пожарных норм и правил так много, что их знать практически невозможно...”. На совещании территориального отделения организации “Опора России” предприниматели спрашивают руководителя областного управления органа ГПН: “Каким образом осуществляется контроль? Пришли раз в год и наказали? У вас вообще предупредительные меры есть?”. Все пожарно-технические споры перенесены в суды, их рассмотрение превратилось в “столетнюю войну”. Чтобы чего-то добиться, надо “ходить по судам”. А когда работать?

Цитата с форума: “Не нравится — идите в суд”. Сейчас это одна из излюбленных фраз инспекторов. И не потому, что они уверены в собственной правоте. Просто им ничего не будет при любом раскладе и решении суда. Даже если суд будет разгромным в пользу проверяемых. “Если на инспектора жалуются, значит он работает” — таковой критерий оценки работы инспектора в глазах многих их начальников...”. “Инспектору какая разница, на суд ходить или на объекты? Все равно ходить, это его работа”.

Именно поэтому у руководителя организации есть потребность иметь “пожарного” помощника, “скорую пожарную консультационную помощь”.

Тысячи организаций имеют в штате специалистов ПБ. И еще десятки тысяч хотели бы иметь таких специалистов. ППР как услуги для хозяйствующих субъектов на рынке не предлагается, но возможности для его развития огромны. К уже названным

причинам востребованности ППР добавим еще одну. Например, у многих организаций работы по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности выполняет один работник. Качество ППР в этом случае не всегда на должном уровне. Это оттого, что объем работ по ПБ не требует 8-часовой занятости специалиста. И если рынок предложит в аренду специалиста ПБ, например, на 4 или на 2 часа в день (20–10 часов в неделю), то многие воспользуются такой услугой, особенно страховые компании. Поэтому в предлагаемой нами модели (ППР выполняется экспертными организациями) ППР не должны проводиться “без надобности круглосуточно”, как в военизированной пожарной охране, а должны зависеть от фактических потребностей в них в каждом конкретном случае. ППР будут востребованы тогда, когда они будут проводиться в рамках страхования ответственности. В данном случае объектам экономики удобно получить от страховщика не только страховую защиту, но и увязанную с ней пожарно-профилактическую услугу. Это выгодно и среднему, и малому бизнесу. О востребованности противопожарного страхования еще можно прочесть на сайте: <http://www.allinsurance.ru/biser.nsf/AllDocs/OMIN-8DNA3Y010211736?OpenDocument>.

При этом важно понимать, что в предлагаемой программе ППР объекты экономики и социальной сферы переходят в иной надзорный режим:

- руководители организаций максимально освобождаются от проверок органами ГПН их служебной деятельности;
- в организациях имеются нарушения требований ПБ “капитального характера”;
- организации освобождаются от проверок органами ГПН на длительный срок.

В связи с этим предлагаются различные гарантии — способы обеспечения должного выполнения ППР:

- переход к обеспечению пожарной безопасности через СУПБ организаций;
- сертификация СУПБ; контроль страховыми компаниями за сертификацией, проведением ППР и применением компенсирующих мероприятий “капитального характера”;
- декларирование фактического положения дел, в том числе информирование об имеющихся нарушениях требований ПБ “капитального характера”;
- применение адресных компенсирующих режимных противопожарных мероприятий и страхование негативных последствий их применения;
- контроль страховыми компаниями (страховой контроль) за выполнением органами по сертификации и экспертными организациями профилактических мероприятий.

Необходимость страхового контроля

Институт страхования является эффективным рыночным инструментом влияния на состояние систем безопасности объектов страховой защиты. Во всем мире страховые компании являются одним из крупных игроков в сфере обеспечения промышленно-технической, пожарной и охранной безопасности. При правильной организации технологии страхования страховая компания эффективно выполняет функции предупреждения страховых случаев, осуществляет превентивные меры по обеспечению безопасности.

Технологии страхового контроля

Страхование ответственности органов по сертификации. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском в каждом случае заключения договора страхования проверяет обоснованность выдачи сертификата соответствия СУПБ и специалистов. Убытки и вред возмещаются при условии, если произойдет пожар по вине сертифицированной СУПБ.

Страхование ответственности экспертных организаций. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском проверяет выполнение включенных в каждый договор страхования условий сертификации СУПБ. Убытки и вред возмещаются при условии, если произойдет пожар по вине СУПБ, сформированной экспертной организацией.

Страхование ответственности руководителей организаций. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском проверяет выполнение включенных в каждый договор страхования условий сертификации СУПБ. Убытки и вред возмещаются, если произойдет пожар по вине СУПБ.

Страхование негативных результатов (пожаров) применения компенсирующих противопожарных мероприятий. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском в каждом случае заключения договора страхования проверяет применение, эффективность и достаточность компенсирующих мероприятий. Убытки и вред возмещаются при условии, если произойдет пожар из-за отсутствия, недостаточности или неэффективности компенсирующих мероприятий.

Страхование ответственности органов по сертификации за результаты сертификации противопожарных систем. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском в каждом случае заключения договора страхования проверяет обоснованность выдачи сертификата соответствия противопожарных систем. Убытки и вред возмещаются при условии, если произойдет пожар из-за невыполнения своих функций сертифицированной противопожарной системой.

Страхование ответственности экспертных организаций и страхование ответственности руководителей организаций — страхового риска за результаты работы противопожарных систем. Страховая компания в качестве оценки и управления страховым риском проверяет выполнение включенных в каждый договор страхования условий сертификации противопожарных систем. Убытки и вред возмещаются при условии, если произойдет пожар из-за невыполнения своих функций сертифицированной противопожарной системой.

Вернемся теперь к формам ППР.

1. *ППР проводится штатными работниками — специалистами ПБ либо пожарной охраной предприятия.*

Организация формирует СУПБ и осуществляет ее сертификацию. Органы по сертификации страхуют свою ответственность. Страховая компания проверяет обоснованность выдачи сертификата соответствия. Организацией декларируется фактическое состояние ПБ, показываются нарушения требований ПБ “капитального характера” и их компенсирующие мероприятия.

В целях исключения или ограничения пожарной опасности объекта при невыполнении требований ПБ “капитального характера” разрабатываются и применяются адресные противопожарные режимные компенсирующие мероприятия и иные дополнительные противопожарные мероприятия. Осуществляется страхование негативных результатов (пожаров) применения компенсирующих противопожарных мероприятий. Страховая компания проверяет применение, эффективность и достаточность компенсирующих противопожарных мероприятий.

Организационные мероприятия (см. п. 43 [2]) инспектором не проверяются, так как действует сертифицированная СУПБ.

Предприятия и организации освобождаются от проверок органами ГПН на 2 года. Предприятия и организации освобождаются от проверок органами ГПН на 3 года при условии сертификации СУПБ и сертификации специалистов, осуществляющих ППР.

2. *ППР проводится экспертной организацией.*

Экспертная организация формирует СУПБ и страхует свою ответственность за результаты проведения ППР. Страховая компания включает условия сертификации СУПБ в каждый договор страхования ответственности экспертной организации как обязательные для исполнения. Страховая компания проверяет выполнение этих условий. Экспертной организацией декларируется фактическое состояние ПБ, показываются нарушения требований ПБ “капитального характера” и их компенсирующие мероприятия.

В целях исключения или ограничения опасности объекта при невыполнении требований ПБ “капитального характера” разрабатываются и применяются адресные противопожарные режимные компенсирующие мероприятия и другие дополнительные противопожарные мероприятия. Осуществляется страхование негативных результатов (пожаров) применения компенсирующих противопожарных мероприятий. Страховая компания проверяет применение, эффективность и достаточность компенсирующих противопожарных мероприятий.

Организационные мероприятия (см. п. 43 [2]) инспектором не проверяются, так как действует СУПБ.

Предприятия и организации освобождаются от проверок органами ГПН на 3 года.

3. *ППР проводится в рамках страхования ответственности руководителя, собственника.*

Осуществляется страхование ответственности руководителей за результаты обеспечения ПБ. Страховая компания обеспечивает формирование СУПБ и включает условия сертификации СУПБ в каждый договор страхования ответственности руководителя как обязательные для исполнения. Страховая компания проверяет выполнение этих условий. Страховой компанией обеспечивается декларирование фактического состояния ПБ, показываются нарушения требований ПБ “капитального характера” и их компенсирующие мероприятия.

В целях исключения или ограничения пожарной опасности объекта при невыполнении требований ПБ “капитального характера” разрабатываются и применяются адресные противопожарные режимные компенсирующие мероприятия и другие дополнительные противопожарные мероприятия. Осуществляется страхование негативных результатов (пожаров) применения компенсирующих противопожарных мероприятий. Страховая компания проверяет применение, эффективность и достаточность компенсирующих противопожарных мероприятий.

Организационные мероприятия (см. п. 43 [2]) инспектором не проверяются, так как действует СУПБ.

Предприятия и организации освобождаются от проверок органами ГПН на 3 года.

Экспертная оценка технико-экономических ожиданий от реализации проекта

1. Расходы объектов экономики и социальной сферы на обеспечение своей пожарной безопасности сократятся на 50 %, а состояние пожарной безопасности улучшится.

2. Проблемы “административных барьеров” исчезнут.

3. Будут созданы новые рабочие места для большого количества специалистов пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска : постановление Правительства РФ от 07.04.2009 г. № 304; введ. 01.05.2009 г. // Российская газета. — 14.07.2009 г. — Федер. вып. № 4888. URL : www.rg.ru/2009/04/14/pravila-ocenki-dok.html.
2. Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности : приказ МЧС РФ от 28.06.2012 г. № 375; зарег. В Минюсте РФ 13.07.2012 г., рег. № 24901 // Российская газета. — 22.08.2012. — № 192.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I). — Ст. 3579.
4. Жуков В. В. Опять двойка // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 11. — С. 4–8.
5. О федеральном государственном пожарном надзоре : постановление Правительства РФ от 12.04.2012 г. № 290. URL : <http://www.referent.ru/1/197240>.
6. О пожарной безопасности : Федер. закон от 21.12.94 г. № 69-ФЗ; принят Гос. Думой 18.11.94 г.; введ. 26.12.94 г. // Собр. законодательства РФ. — 1994. — № 35. — Ст. 3649.
7. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390 // Российская газета. — 2012. — № 93.
8. ГОСТ Р 12.0.007–2009. ССБТ. Системы управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию. — Введ. 01.07.2010 г. — М. : Стандартинформ, 2009.

Материал поступил в редакцию 25 декабря 2012 г.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

ОГНЕТУШИТЕЛИ. УСТРОЙСТВО. ВЫБОР. ПРИМЕНЕНИЕ Д. А. Корольченко, В. Ю. Громовой



В учебном пособии приведены классификация огнетушителей и конструкции основных их типов, средства тушения, используемые для зарядки огнетушителей, виды огнетушителей и правила их применения для ликвидации загораний различных веществ, рекомендации по расчету необходимого количества огнетушителей для разных объектов, по их размещению, хранению и техническому обслуживанию.

Рекомендации, содержащиеся в книге, разработаны на основе современных нормативных документов, регламентирующих конструкцию, условия применения, правила эксплуатации и технического обслуживания огнетушителей.

Учебное пособие рассчитано на широкий круг читателей: инженерно-технических работников предприятий и организаций, ответственных за оснащение объектов огнетушителями, поддержание их в работоспособном состоянии и своевременную перезарядку; преподавателей курсов пожарно-технического минимума и дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» в средних и высших учебных заведениях; частных лиц, выбирающих огнетушитель для обеспечения безопасности квартиры, дачи или автомобиля.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru

МЕТОДЫ РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ПОЖАРОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ*

© А. А. ТАРАНЦЕВ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ

Пожары в помещениях зданий, сооружений и строений характеризуются такими основными опасными факторами пожара (ОФП) [1, 2], как пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, дым, пониженная концентрация кислорода. Опасность для людей и материальных ценностей, кроме того, могут представлять осколки и части разрушившихся конструкций (стен, перекрытий, остекления), которые относятся ко вторичным или сопутствующим ОФП.

В связи с этим одной из важных задач для специалистов в области пожарной безопасности является прогнозирование ОФП с целью оценки риска для людей [1, 3] и разработки планов тушения пожара (ПТП) [4]. Решению задачи динамики ОФП посвятили свои усилия многие отечественные и зарубежные ученые [5–9], в результате чего к XXI веку сформировались и успешно используются несколько моделей развития ОФП — интегральная, зонная, полевая и пожарнотактическая [10–13]. Недавно была предложена еще одна модель развития пожара в помещении, которую далее будем называть *перколяционной* (от лат. *percolatio* — процеживание, фильтрация) [14–16].

Представляется целесообразным дать краткий сопоставительный анализ методов оценки динамики ОФП в помещении по этим моделям.

Первые четыре модели являются детерминистическими. Порядок расчетов по интегральной, зонной и полевой моделям изложен в приложении 6 к методике [3]. Эти модели позволяют оценить время блокирования эвакуационных выходов $t_{\text{бл}}$ как минимум из времени критической продолжительности пожара до достижения предельно допустимых значений по потере видимости $t_{\text{кр}}^{\text{п.в}}$, температуре $t_{\text{кр}}^T$ и концентрации токсичных продуктов горения $t_{\text{кр}}^{\text{т.г}}$, недостаточной концентрации кислорода $t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}$ и интенсивности теплового потока $t_{\text{кр}}^{\text{т.п}}$ (см. приложение 2 к ГОСТ [1] и приложение 6 к методике [3]):

$$t_{\text{бл}} = \min \{ t_{\text{кр}}^{\text{п.в}}, t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{\text{т.г}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{т.п}} \}. \quad (1)$$

Метод оценки величины $t_{\text{бл}}$, основанный на *интегральной модели*, предназначен “для зданий, со-

держащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации; для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз)” [3]. Этот метод достаточно упрощенный, поскольку предполагает равномерное распределение ОФП по объему помещения. Вместе с тем он позволяет проводить аналитические оценки и может использоваться для предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара.

Метод оценки величины $t_{\text{бл}}$, основанный на *зонной модели*, предназначен “для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз), когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения; для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли и т. д.)” [3]. По сравнению с интегральным данный метод является более точным и позволяет оценить динамику задымления помещения, но предполагает применение численных компьютерных методов.

Метод оценки величины $t_{\text{бл}}$, основанный на *полевой модели*, предназначен “для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т. д.); для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т. д.); для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т. д.)” [3]. Данный метод является наиболее точным, но достаточно трудоемким и требует применения специальных компьютерных модели-

* Автор признателен д-ру хим. наук, проф. В. А. Ловчикову, благодаря плодотворной дискуссии с которым возникла идея написания данной статьи.

Сравнительные характеристики моделей прогнозирования динамики пожаров в помещениях

Характеристика	Модель			пожарно-тактическая	перколяционная
	интегральная	зонная	полевая		
Этап	Свободное развитие пожара до разрушения ограждающих конструкций			Все — от возгорания до ликвидации	Свободное развитие пожара до разрушения конструкций
Возможности модели	Оценка динамики среднеобъемных величин ОФП	Оценка динамики ОФП в зонах конвективной колонки, резервуара дыма и в остальном объеме помещения	Оценка динамики ОФП в каждой точке помещения (здания, сооружения)	Оценка динамики площади пожара, площади тушения и риска разрушения конструкций от огневого воздействия; определение ранга (номера) вероятного пожара, достаточности водоснабжения; рекомендации по привлечению сил и средств пожарной охраны, по выбору ОТВ, по действиям РТП и администрации объекта. Используется при разработке ПТП	Оценка динамики площади пожара
	Расчет необходимого времени эвакуации людей и оценки риска наступления предельного состояния ограждающих и несущих конструкций				
Исходные данные	Размеры помещения и проемов, вид и масса пожарной нагрузки	Размеры помещения и проемов, вид, масса и расположение пожарной нагрузки		Размеры (этажность) здания, сооружения, помещений; категории по ВПО; пределы огнестойкости ограждающих и несущих конструкций; вид и расположение пожарной нагрузки; генплан; источники водоснабжения; технологический процесс; расписание выездов ПЧ	Планировка помещений
Достоинства	Простота, наличие аналитических выражений	Относительная простота, наличие аналитических выражений	Высокая точность	Относительная простота, наглядность, наличие справочных данных и аналитических выражений	Оригинальность
Недостатки	Ограниченная точность и применимость для небольших помещений	Ограниченная точность	Необходимость СПО, компьютеров и учебных программистов, трудоемкость в задании граничных условий	Ограниченная точность и учет только таких факторов, как площадь пожара, площадь тушения, зона задымления и зона возможного обрушения конструкций; субъективизм (многовариантность решений)	Проблематичность использования для решения практических задач пожарной охраны
Литература	[3, 5–8]		[3, 8]	[4, 10–13, 18]	[14–16]

Примечание. РТП — руководитель тушения пожара; ВПО — взрывопожарная и пожарная опасность; СПО — специальное программное обеспечение; ПЧ — пожарные части.

рующих систем (программа, описанная в монографии [9], Pyrosim и др.).

Исходными данными для вышеуказанных моделей являются: геометрические размеры помещения (в том числе проемов), вид, количество и размещение пожарной нагрузки, начальные температуры.

Метод прогнозирования развития пожара, основанный на *пожарно-тактической модели*, предназначен для оценки площади пожара $S_{\text{п}}$ и площади тушения $S_{\text{т}}$ и служит основой для построения совмещенного графика в виде зависимостей:

$$\{S_{\text{п}}, S_{\text{т}}, Q_{\text{тр}}, Q_{\text{ф}}\} = f(t), \quad (2)$$

где $Q_{\text{тр}}$ — требуемый расход огнетушащего вещества (ОТВ) на тушение пожара;

$Q_{\text{ф}}$ — фактический расход ОТВ на тушение пожара и защиту конструкций;

t — текущее время, отсчитываемое с момента начала пожара.

Исходными данными, как и ранее, являются: геометрические размеры помещений, вид, количество, размещение и свойства пожарной нагрузки (как правило, линейная скорость распространения пламени и класс пожара), а также пределы огнестойкости конструкций и категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений как факторы, обуславливающие особенности организации боевых участков (участков тушения пожара и проведения работ) [17]. Построение совмещенного графика в виде соотношения (2) при разработке ПТП [4] позволяет определить количество привлекаемых на тушение возможного пожара сил и средств (численность и квалификация пожарных, перечень пожарной техники, количество ОТВ и т. п.) и номер (ранг) пожара, а также дать рекомендации должностным лицам пожарной охраны и администрации объекта. Кроме того, совмещенный график строится еще и при исследовании происшедшего пожара для анализа эффектив-

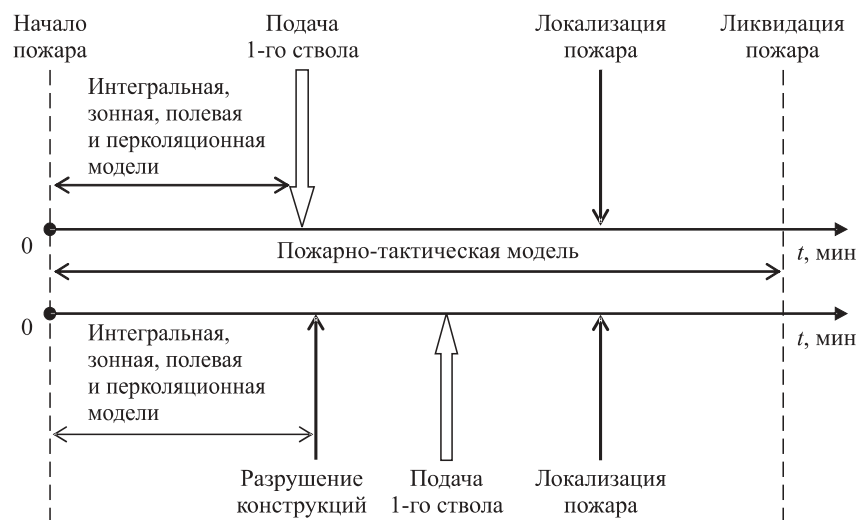
ности действий пожарных. В работе [18] приведена компьютерная программа, реализующая пожарно-тактическую модель.

В отличие от предыдущих моделей пожарно-тактическая модель не предусматривает определение значений времени (1), поскольку для защиты от ОФП пожарные используют соответствующие средства — изолирующие противогазы, защитную одежду и др. [19].

Перколяционная модель развития пожара, как можно понять из работ [14–16], является стохастической и предполагает использование теории марковских процессов и математического аппарата формирования фрактальных структур. При этом объект (помещение) условно разбивается на некоторое количество узлов (зон), каждый из которых может находиться в нескольких состояниях (*пожар не начался, пожар происходит, горение перешло в следующую зону, горение прекратилось из-за выгорания пожарной нагрузки или отсутствия кислорода*), и составляется граф переходов и соответствующая ему матрица вероятностей переходов. В итоге после нескольких шагов (“единиц времени”) определяются конечные вероятности состояния узлов (зон) и делается вывод о степени выгорания объекта.

При всей новизне данного подхода открытыми остаются вопросы определения вероятностей переходов и перевод условных единиц времени в реальное время, измеряемое в минутах, как это принято в пожарной охране [10–13]. Кроме того, при моделировании развития пожара не рассматриваются никакие ОФП [1–3], кроме пламени; не учитываются пределы огнестойкости конструкций и действия по тушению пожара, как в предыдущей модели. Это отмечено, например, в работе [20].

В заключение представляется целесообразным свести рассмотренные модели в единую таблицу и графически показать их применимость на различных этапах развития пожара (см. рисунок). Как видим,



Применимость моделей развития пожара на различных этапах: в верхней части — ситуация, когда пожарные осуществляют тушение, защищая ограждающие и несущие конструкции; в нижней части — разрушение конструкций происходит прежде начала тушения

пожарно-тактическая модель работает на всех этапах, хотя и не учитывает некоторые ОФП, а интегральная, зонная и полевая модели применимы, как правило, на стадии свободного развития пожара до раз-

рушения ограждающих и несущих конструкций, приводящего к резкому изменению условий горения. Применимость перколяционной модели уважаемый читатель может оценить сам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.004–91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. — Введ. 01.07.92 г. — М. : Изд-во стандартов, 1991; ИПК Изд-во стандартов, 1996; 2002.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; введ. 30.06.2009 г. // Российская газета. — 2009. — № 161.
4. Методические рекомендации по составлению планов и карточек тушения пожаров : утв. МЧС России 29.09.2010 г. — М., 2010. URL : www.6pch.ru.
5. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении : учебное пособие. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2000.
6. Молчадский И. С. Пожар в помещении. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2005.
7. Есин В. М., Сидорук В. И., Токарев В. Н. Пожарная профилактика в строительстве : учебник. Ч. 1: Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции. — М. : ВИПТШ МВД РФ, 1995.
8. Драздейл Д. Введение в динамику пожаров. — М. : Стройиздат, 1990.
9. Пузач С. В. Методы расчета тепломассообмена в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности : монография. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2005.
10. Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. — М. : Стройиздат, 1987.
11. Терехнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушный А. В. Пожаротушение в жилых и общественных зданиях : учебное пособие. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2009.
12. Пожарная тактика: учебник / Под ред. Я. С. Повзика. — М. : ВИПТШ МВД СССР, 1984.
13. Решетов А. П., Башаричев А. В., Ключ В. В. Пожарная тактика : учебное пособие / Под ред. В. С. Артамонова. — СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2011.
14. Моторыгин Ю. Д., Ловчиков В. А., Сухорукова И. О. Моделирование процесса зажигания с помощью конечных цепей Маркова // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2010. — № 1(13).
15. Абдулалиев Ф. А., Моторыгин Ю. Д. Описание развития пожара с помощью перколяционной модели // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 8. — С. 25–33.
16. Моторыгин Ю. Д. и др. Перколяционная модель развития пожара // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2012. — № 1. — С. 57–64.
17. Порядок тушения пожаров подразделениями пожарной охраны : приказ МЧС России от 31.03.2011 г. № 156; зарег. в Минюсте РФ 09.06.2011 г., рег. № 20970; введ. 28.07.2011 г. // Бюл. нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. — 18.07.2011 г. — № 29.
18. Разливанов И. Н. Математическое моделирование процессов развития пожара и пожаротушения в условиях ограниченности сил и средств : дис. ... канд. техн. наук. — СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2009.
19. Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях государственной противопожарной службы МЧС России (ПОТРО-01–2002) : приказ МЧС России от 31.12.2002 г. № 630; зарег. в Минюсте РФ 03.02.2003 г., рег. № 4176; введ. 31.12.2002 г. URL : www.complexdoc.ru/ntdtext/579480/1.
20. Таранцев А. А. О некоторых положениях статьи “Описание развития пожара с помощью перколяционных моделей” // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 11. — С. 56–57.

Материал поступил в редакцию 27 декабря 2012 г.

**ВОПРОС:**

Какой правовой статус носит глава 7.3 («Электроустановки во взрывоопасных зонах») «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ)? Могут ли ею руководствоваться и использовать ее в работе проектировщики, эксплуатационники, сотрудники государственного пожарного надзора и др.?

ОТВЕТ:

На сегодняшний день главу 7.3 ПУЭ (6-е изд.) [1] для выбора и применения электроустановок во взрывоопасных зонах следует использовать не в полном объеме. Этому есть ряд причин.

Во-первых, с 2003 г. в России введено в действие 7-е изд. ПУЭ [2], в котором глава 7.3 вообще отсутствует из-за того, что в нее не было внесено никаких изменений. Глава 7.3 ПУЭ (6-е изд.) [1] продолжает действовать на территории Российской Федерации для объектов, проектные решения которых были приняты в соответствии с положениями этой главы.

Во-вторых, порядок определения классов взрывоопасных зон, выбора, применения и маркировки Ех-оборудования для взрывоопасных сред претерпел существенные изменения, поэтому для реконструируемых и строящихся объектов со взрывоопасными производствами необходимо осуществлять выбор классов взрывоопасных зон и Ех-оборудования исключительно по новым нормативным документам [3] и ГОСТам серии Р МЭК 60079.

В-третьих, важно отметить, что в соответствии с постановлением Госстандарта РФ (Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации) от 21.01.2003 г. № 27-ст на продукцию, разработанную до 01.01.2003 г., снято ограничение срока действия межгосударственных стандартов на территории Российской Федерации, в том числе и на взрывозащищенное оборудование¹. На вновь разрабатываемую продукцию (начиная с 01.01.2003 г.) действуют стандарты серии ГОСТ Р 51330 и более новые серии ГОСТ Р 52350 и ГОСТ Р МЭК 60079.

В-четвертых, в соответствии с письмом МЧС [4] отмечено, что при проведении проверки должностные лица ГПН при выдаче предписаний о выполнении обязательных требований пожарной безопасности не вправе предписывать требования о необходимости выполнения «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП) и ПУЭ, так как данные документы содержат требования технического характера, опосредованно связанные с пожарной безопасностью, и рассмотрение таких нарушений отнесено к компетенции органов государственного энергетического надзора.

В-пятых, с момента введения в действие Федерального закона «О техническом регулировании» [5] многие нормативные документы, в том числе и ПУЭ 6-го изд., стали носить необязательный характер. ПУЭ не внесен в список документов в области стандартизации

(см. ст. 13 [5]). При этом, если нормативный документ или его отдельные пункты, главы или разделы отвечают целям защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, то впредь до вступления в силу соответствующих технических регламентов в данной области такой нормативный документ или его отдельные части подлежат обязательному исполнению (см. ст. 46 [5]). Следовательно, отдельные пункты главы 7.3 ПУЭ 6-го изд. продолжают носить обязательный характер.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что глава 7.3 ПУЭ 6-го изд., за исключением отдельных пунктов и подразделов, касающихся классов взрывоопасных зон, Ех-оборудования, продолжает носить обязательный характер для проектировщиков и эксплуатационников², в то время как сотрудники государственного пожарного надзора не имеют права руководствоваться ею.

Примечания:

¹ Постановление Госстандарта РФ от 21.01.2003 г. № 27-ст «О принятии и введении в действие государственного стандарта» официально так и не было опубликовано. При этом оно хотя бы частично объясняет порядок применения современных и устаревших нормативных документов на практике.

² ГОСТ Р МЭК 60079-14-2008 «Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок» также содержит рекомендации подобного рода, как и некоторые пункты главы 7.3 ПУЭ 6-го изд. Поэтому в том случае, если рекомендации в области выбора и применения Ех-оборудования по ПУЭ совпадают по смыслу с ГОСТ Р МЭК, лучше использовать ссылки на этот ГОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат 1985. — 640 с.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). — 7-е изд. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I). — Ст. 3579. (в ред. от 10.07.2012 г.).
4. О применении ПТЭЭП, ПУЭ, СНиП: письмо МЧС России от 02.06.2011 г. № 19-3-1-2086 // Нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве: информ. бюл. — 2011. — № 4.
5. О техническом регулировании: Федер. закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ; принят Гос. Думой 15.12.2002 г.; одобр. Сов. Федерации 18.12.2002 г.; введ. 30.06.2002 г. // Российская газета. — 2002. — № 245.

Ответ подготовили преподаватели кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи Академии ГПС МЧС России канд. техн. наук, профессор, академик НАНПБ **В. Н. ЧЕРКАСОВ** и **А. С. ХАРЛАМЕНКОВ**

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

Направляемые в журнал “ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ” статьи должны представлять собой результаты научных исследований и испытаний, описания новых технических устройств и программно-информационных продуктов; проблемные обзоры и краткие сообщения; комментарии к нормативно-техническим документам; справочные материалы и т. п. Методы расчета и экспериментальные данные, полученные автором, должны быть оформлены в соответствии с рекомендациями КОДАТА. Остальные численные данные, за исключением общеизвестных величин, следует снабжать ссылками на первоисточник. Научные статьи должны иметь практическую направленность. В начале работы (например, во введении) целесообразно кратко изложить состояние проблемы и место в ней данной задачи. В конце публикации должны быть сделаны краткие выводы с указанием научной новизны и практической полезности материала.

Редакция просит авторов при подготовке рукописи руководствоваться изложенными ниже правилами.

1. Статья и сопутствующие ей материалы должны быть направлены в редакцию в электронном виде по электронному адресу (info@fire-smi.ru), а также в бумажном виде по почте (121352, Российская Федерация, г. Москва, а/я 43). Статья должна быть ясно изложена, тщательно отредактирована и подписана авторами.

2. Материал статьи должен излагаться в следующем порядке.

2.1. Номер УДК (универсальная десятичная классификация).

2.2. Заглавие статьи (на русском и английском языках). Заглавия научных статей должны быть информативными, в них можно использовать только общепринятые сокращения. В переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия; не должен также использоваться непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Это также касается аннотаций, авторских резюме и ключевых слов.

2.3. Информация об авторах.

2.3.1. Имена, отчества и фамилии всех авторов (полностью, на русском языке и транслитерация). Авторами являются лица, принимавшие участие во всей работе или ее главных разделах. Лица, участвовавшие в работе частично, указываются в сносках.

2.3.2. Степени, звания, должность, адресные сведения о месте работы всех авторов (на русском и английском языках). Здесь необходимо указать: официальное полное название организации вместе с ведомством, к которому оно принадлежит (при переводе — желательно его официально принятый английский вариант), индекс, страну, город, название улицы, номер дома, а также контактные телефоны и электронный адрес хотя бы одного из авторов. Все почтовые сведения на иностранном языке (кроме наименования улицы, которое должно быть в транслитерированном виде) должны быть представлены на английском языке, в том числе название города и страны.

Пример: Institute for Problem in Mechanics, Russian Academy of Sciences, Prospekt Vernadskogo, 101, 119526 Moscow, Russian Federation.

2.4. Аннотация на русском языке (не менее 4–5 предложений).

2.5. Расширенное резюме на русском и английском языках. Необходимо иметь в виду, что авторские резюме на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и об изложенных в ней результатах исследований. Поэтому авторское резюме должно быть:

- информативным (не содержать общих слов);
- оригинальным (не быть калькой с русскоязычной аннотации с дословным переводом);

■ содержательным (должно излагать существенные факты и результаты работы и не должно преувеличивать или включать материал, который отсутствует в основной части публикации);

■ структурированным (следовать логике описания результатов в публикации);

■ “англоязычным” (написано качественным английским языком; необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т. е. “The study tested”, но не “It was tested in this study”);

■ объем текста авторского резюме должен быть не менее 100–250 слов.

Приветствуется структура резюме, повторяющая структуру статьи и включающая введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы). Однако предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они неясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, установленные взаимосвязи и закономерности.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в работе.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте авторского резюме.

Текст должен быть связным, излагаемые положения должны логично вытекать один из другого.

Сокращения и условные обозначения, кроме общепотребительных, применяют в исключительных случаях или дают их расшифровку и определение при первом употреблении в авторском резюме.

В авторском резюме не даются ссылки на публикации, приведенные в списке литературы к статье.

2.6. Ключевые слова (на русском и английском языках).

2.7. Текст статьи (в формате Word через 1,5 инт.; формулы должны быть набраны в Equation 3.0 или MathType).

2.8. Пристатейные списки литературы на русском языке.

Цитируемая литература должна быть оформлена в виде общего списка в порядке цитирования. В тексте ссылка на литературу отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на языке оригинала. Библиографические данные приводятся по титульному листу издания. Порядок изложения элементов библиографического описания определяется требованиями ГОСТ 7.1–2003 и ГОСТ Р 7.0.5–2008.

2.9. Пристайные списки литературы в романском алфавите (латинице) — References.

Для References можно предложить следующий формат:

Author A. A., Author B. B., Author C. C. Title of article. *Title of Journal*, 2005, vol. 10, no. 2, pp. 49–53.

Примеры описаний в References

Статьи из журнала:

Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D. V. Tekhniko-ekonomicheskaya optimizatsiya dizaina gidrorazryva plasta [Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

(Авторы (транслитерация), название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] (представление в References только транслитерированного (без перевода) описания недопустимо), курсивом название журнала (транслитерация — перевод), год выхода издания, номер журнала, интервал страниц. Нежелательно в ссылках делать произвольные сокращения названий источников).

Статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B. P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Статьи с DOI:

Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micro-machining. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926–930. doi: 10.1134/S1023193508080077.

(Если описываемая публикация имеет doi, его указание обязательно в References).

Статьи из продолжающегося издания (сборника трудов):

Astakhov M. V., Tagantsev T. V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii "stal"—kompozit [Experimental study of the strength of joints "steel-composite"]. *Trudy MG TU "Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem"* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125–130.

Материалы конференций:

Usmanov T. S., Gusmanov A. A., Mullagalin I. Z., Muhametshina R. Ju., Chervyakova A. N., Sveshnikov A. V. Osobennosti proektirovaniya razrabotki mestorozhdeniy s primeneniem gidrorazryva plasta [Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing]. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursoberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New Energy Saving Subsoil Technologies and the Increasing of the Oil and Gas Impact"]. Moscow, 2007, pp. 267–272.

Книги (монографии, сборники):

Nenashev M. F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

Переводные книги:

Timoshenko S. P., Young D. H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S. P., Iang D. Kh., Uiver U. *Kolebaniya v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

Интернет-ресурс:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov [Rules for the Citing of Sources] Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011).

Диссертации или авторефераты диссертаций:

Semenov V. I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

ГОСТы:

GOST 8.586.5–2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichstva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

или

State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian).

Описание патента:

Palkin M. V., e. a. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

На сайте издательства Emerald даны достаточно подробные рекомендации по составлению пристайных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard Reference System) практически для всех видов публикаций <http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/harvard.htm?part=2>, а также программные средства для их формирования.

3. Сокращения и условные обозначения физических величин в тексте статьи должны соответствовать действующим международным стандартам. Формулы и буквенные обозначения должны быть четкими и ясными. Все буквенные обозначения, входящие в формулы, должны быть расшифрованы с указанием единиц измерения. Размерность всех характеристик должна соответствовать системе СИ.

4. Иллюстрации в электронной версии прилагаются отдельно. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью (файлы растровых изображений представляются с разрешением не менее 300 dpi, черно-белая штриховая графика — 600 dpi). Файлы векторной графики следует предоставлять в формате той программы, в которой они созданы, либо создать PDF-файл из этой программы. Все иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию. Чертежи в качестве иллюстраций не приемлемы.

5. Таблицы должны быть составлены лаконично и содержать только необходимые сведения; однотипные таблицы следует строить одинаково. Цифровые данные необходимо округлять в соответствии с точностью эксперимента. Сведения в таблицах и на рисунках не должны повторяться.

6. К статьям, авторами которых являются соискатели ученых степеней, следует прилагать рецензию, которая должна быть подписана рецензентом из сторонней организации (с указанием его Ф. И. О., ученого звания, ученой степени, должности, места работы), заверена отделом кадров (ученым секретарем) и печатью.

7. Непринятые к публикации статьи автору не возвращаются. Просьба редакции о переработке материала не означает, что он принят к печати.

8. Плата с аспирантов за публикацию работ не взимается.

Приглашаем Вас к сотрудничеству на страницах нашего журнала.

Учебное пособие

В. Н. Черкасов, В. И. Зыков

Обеспечение пожарной безопасности электроустановок



Рецензенты: Федеральное государственное учреждение Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, кафедры физики и пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России.

В учебном пособии рассмотрены общая схема электроснабжения потребителей, классификация электроустановок и причины пожаров от них, а также вероятностная оценка пожароопасных отказов в электротехнических изделиях и пожарная безопасность комплектующих элементов. Приведены нормативные обоснования и инженерные решения по обеспечению пожарной безопасности электроустановок и защите зданий и сооружений от молний и статического электричества. Учебное пособие предназначено для практических работников в области систем безопасности и может быть использовано для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.



ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЖНАУКА»

ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ

Г. И. Смелков, В. Н. Черкасов,
В. Н. Веревкин, В. А. Пехотилов, А. И. Рябиков

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

во взрывопожароопасных зонах

Справочное пособие

М.: ООО «Издательство «Пожнаука», 2012. – 222 с.



Приводятся новые, отвечающие современной нормативной базе, требования по классификации горючих смесей и пожаровзрывоопасных зон; рекомендации по выбору и использованию оборудования, включая кабельные изделия во взрывопожароопасных зонах.

Издание предназначено для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и монтажом электроустановок, работников пожарной охраны и специалистов широкого профиля в качестве учебного пособия для подготовки и повышения квалификации в области пожаровзрывобезопасности электроустановок.

- 1 **Свод правил. Системы противопожарной защиты** (электронная версия). — 2011. Цена — 500 руб.
- 2 **Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"**. — 2010. — 150 с. Цена — 220 руб.
- 3 АНТОНЕНКО А. А., БУЦЫНСКАЯ Т. А., ЧЛЕНОВ А. Н. **Основы эксплуатации систем комплексного обеспечения объектов**: учебно-справочное пособие. — 2010. — 220 с. — ISBN 978-5-91444-017-3. Цена — 380 руб.
- 4 АСЕЕВА Р. М., СЕРКОВ Б. Б., СИВЕНКОВ А. Б. **Горение древесины и ее пожароопасные свойства**: монография. — 2011. — 262 с. — ISBN 978-5-9229-0045-4. Цена — 350 руб.
- 5 БРУШЛИНСКИЙ Н. Н., КОРОЛЬЧЕНКО А. Я. **Моделирование пожаров и взрывов**. — 2000. — 492 с. Цена — 540 руб.
- 6 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я. **Процессы горения и взрыва**: учебник. — 2007. — 266 с.: ил. — ISBN 978-5-91444-001-2. Цена — 450 руб.
- 7 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., ЗАГОРСКИЙ Д. О. **Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**. — 2010. — 118 с. — ISBN 978-5-91444-015-9. Цена — 250 руб.
- 8 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., КОРОЛЬЧЕНКО Д. А. **Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума**: учебное пособие. — 2011. — 320 с. — ISBN 978-5-91444-021-X. Цена — 350 руб.
- 9 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., КОРОЛЬЧЕНКО Д. А. **Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума**: учебное пособие [Электронная версия]. — 2011. Цена — 300 руб.
- 10 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., КОРОЛЬЧЕНКО О. Н. **Средства огнезащиты**. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — 2009. — 560 с.: ил. — ISBN 978-5-91444-010-4. Цена — 540 руб.
- 11 КОРОЛЬЧЕНКО А. Я., КОРОЛЬЧЕНКО О. Н. **Средства огне- и биозащиты**. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — 2010. — 250 с. БЕСПЛАТНО.
- 12 КОРОЛЬЧЕНКО Д. А., ГРОМОВОЙ В. Ю. **Огнетушители. Устройство. Выбор. Применение**. — 2010. — 94 с. — ISBN 978-5-91444-014-02. Цена — 140 руб.
- 13 ПИЛЮГИН Л. П. **Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций**. — 2000. — 224 с.: ил. — ISBN 5-901283-03-1. Цена — 240 руб.
- 14 ПИЛЮГИН Л. П. **Прогнозирование последствий внутренних аварийных взрывов**. — 2010. — 380 с. — ISBN 978-5-91444-016-6. Цена — 450 руб.
- 15 СМЕЛКОВ Г. И., ЧЕРКАСОВ В. Н., ВЕРЕВКИН В. Н., ПЕХОТИКОВ В. А., РЯБИКОВ А. И. **Электроустановки во взрывопожароопасных зонах**: справочное пособие. — 2012. — 222 с. — ISBN 978-5-91444-022-X. Цена — 300 руб.
- 16 ЧЕРКАСОВ В. Н., ЗЫКОВ В. И. **Обеспечение пожарной безопасности электроустановок**: учебное пособие. — 2010. — 406 с. — ISBN 978-5-91444-020-3. Цена — 470 руб.
- 17 **Электронная версия комплекта типовых инструкций по пожарной безопасности для руководителя предприятия**. Цена — 980 руб.

СУПЕРСКИДКИ

- 1 СОБУРЬ С. В. **Заполнение проемов в противопожарных преградах**: пособие. — Изд. 2-е, с изм. и доп. — 2006. — 168 с. — ISBN 5-98629-005-4. Цена — 90 руб.
- 2 СОБУРЬ С. В. **Пожарная безопасность сельскохозяйственных предприятий**: справочник. — 2005. — 88 с. — ISBN 5-98629-004-6. Цена — 36 руб.
- 3 ТЕРЕБНЕВ В. В., АРТЕМЬЕВ Н. С., ГРАЧЕВ В. А. **Транспорт: наземный, морской, речной, воздушный, метро**: учебное пособие. — 2007. — 383 с. — ISBN 5-903049-09-5. Цена — 220 руб.
- 4 ТЕРЕБНЕВ В. В., АРТЕМЬЕВ Н. С., ПОДГРУШНЫЙ А. В. **Леса, торфяники, лесосклады**. — 2007. — 358 с. — ISBN 5-903049-12-5. Цена — 220 руб.
- 5 ТЕРЕБНЕВ В. В., АРТЕМЬЕВ Н. С., ПОДГРУШНЫЙ А. В. **Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов**: учебное пособие. — 2007. — 325 с. — ISBN 5-903049-11-7. Цена — 220 руб.

■ Адрес: 121352, г. Москва, а/я 43. Заказ книг: тел./факс: (495) 735-28-13, (495) 228-09-03, 8-909-940-63-94; e-mail: info@fire-smi.ru, mail@firepress.ru; www.fire-smi.ru, www.firepress.ru.

- В бланке заказа на приобретение книг просьба указать:
- 1) название организации полностью;
 - 2) реквизиты (ИНН/КПП обязательно);
 - 3) наименование и количество заказываемой литературы;
 - 4) почтовый адрес, тел./факс, e-mail, контактное лицо;
 - 5) способ доставки: самовывоз или почтовая.

■ **ВНИМАНИЕ!!!** Цены указаны без стоимости доставки, которая составляет 25 % стоимости заказа.

■ **Постоянным покупателям предоставляются скидки!**

Издательство “Пожнаука” предлагает Вам оформить подписку на журнал “Пожаровзрывобезопасность” на 1-е (2-е) полугодие 2013 г.

**Подписка на полугодие включает в себя
шесть номеров журнала “Пожаровзрывобезопасность”.
Стоимость полугодовой подписки составляет 4950 руб. (НДС — 0 %).**



**ПЕРСОНАЛЬНАЯ ПОДПИСКА
на журнал**

**ПОЖАРОВЗРЫВО-
БЕЗОПАСНОСТЬ**



ISSN 0869-7493

КУПОН '2013

Издание	Цена подписки, руб.	Количество экземпляров	Стоимость подписки, руб.
Журнал “Пожаровзрывобезопасность” (1-е полугодие 2013 г.)	4950		
Журнал “Пожаровзрывобезопасность” (2-е полугодие 2013 г.)	4950		

- ☐ Укажите в таблице количество экземпляров, которое Вам необходимо.
В связи с введением обязательного составления счетов-фактур при совершении операций по реализации просим прислать также карточку Вашей организации. Эти сведения необходимы для подготовки и высылки Вам счета-фактуры.
- ☐ Заполненный купон и копию платежного поручения вышлите по тел./факсу (495) 735-28-13 или по e-mail: info@fire-smi.ru, mail@firepress.ru в отдел распространения.
- ☐ Оплату за подписку Вы можете произвести по следующим реквизитам:
ООО “Издательство “ПОЖНАУКА”
Почтовый адрес: 121357, г. Москва, а/я 43
ИНН / КПП 7731652572 / 773101001
Р/с 40702810930130056301 в ОАО “Промсвязьбанк” г. Москва
К/с 30101810400000000555
БИК 044525555
Главный редактор — *Корольченко Александр Яковлевич*

**По вопросам подписки просьба обращаться по телефонам
(495) 228-09-03, 8-909-940-63-94**

ПОДПИСКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ:

через ООО “Издательство “Пожнаука”;
через агентство “РОСПЕЧАТЬ”, индекс 83340;
через агентство “АПР”, индекс 83647
(в любом почтовом отделении в каталоге
“Газеты и журналы”);

через подписные агентства:
ООО “Интер-Почта 2003”, ООО “ИНТЕР-ПОЧТА-РЕГИОН”,
ООО “Урал-Пресс XXI”, ООО “Информнаука”,
ЗАО “МК-ПЕРИОДИКА”

SENTEX**БЕЗОПАСНОСТЬ
ОХРАНА
СПАСЕНИЕ**

Россия • Нижний Новгород • Нижегородская ярмарка

10-13 сентября 2013 г.**ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ**

■ Предупреждение и ликвидация ЧС



■ Поисковая и аварийно-спасательная деятельность



■ Пожарная безопасность



■ Медицина катастроф



■ Промышленная и экологическая безопасность



■ Транспортная безопасность



■ Оборудование и системы безопасности информации и связи



■ Технические средства и системы безопасности. Охранное телевидение и наблюдение



■ Охрана и безопасность труда

**ОРГАНИЗАТОРЫ**

Правительство Нижегородской области, Приволжский региональный центр МЧС России, ГУ МЧС России по Нижегородской области, Всероссийское добровольное пожарное общество, Нижегородское областное отделение Всероссийского добровольного пожарного общества, ЗАО «Объединение выставочных компаний «БИЗОН», Всероссийское ЗАО «Нижегородская ярмарка»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

МЧС России, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федерального агентства лесного хозяйства

КОНТАКТЫ ОРГАНИЗАТОРОВ

Телефоны: +7 (831) 277-55-95,
277-54-14, 277-56-90, 277-99-76
E-mail: sentex@yarmarka.ru,
alla@yarmarka.ru,
irina@yarmarka.ru,
ria@yarmarka.ru
Факс: +7 (831) 277-54-87



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ СЕКЦИЯ
В РАМКАХ КРУПНЕЙШЕЙ ВЫСТАВКИ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ И СНГ!**



Mips
O S C O W

15 – 18 апреля 2013 года

Москва, ВВЦ, 75 павильон

с 2013 года на ВВЦ!



**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.
ОХРАНА ТРУДА**



- системы аварийно-пожарного оповещения
- автоматические системы пожаротушения
- системы жизнеобеспечения
- приборы приемно-контрольные пожарные
- извещатели пожарные
- огнетушители пожарные
- огнетушащие вещества

- огнезащитные и взрывозащитные материалы
- пожарная автоматика, роботы
- пожарный инвентарь и оборудование
- аварийно-спасательное оборудование
- спецодежда

Организатор:



Тел.: +7 (495) 935 7350
Факс: +7 (495) 935 7351
security@ite-expo.ru

При поддержке:



МВД России

Генеральный
партнер выставки:



www.mips.ru