

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Н. Ю. Клименти

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА

Курс лекций

В двух частях

ЧАСТЬ 1



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2013

Волгоград
ВолгГАСУ
2013

УДК 614.842.65(075.8)

ББК 38.96я73

К492

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук, профессор **В. Г. Диденко**, заведующий кафедрой пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях ВолгГАСУ;

кандидат технических наук **О. С. Власова**, доцент кафедры пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях ВолгГАСУ

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Клименти, Н. Ю.

К492

Пожарная тактика [Электронный ресурс] : курс лекций : в 2 ч. Ч. 1 / Н. Ю. Клименти ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (4,09 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. — Учебное электронное издание комбинированного распространения: 1 CD-диск. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-605-2 (Ч.1)

ISBN 978-5-98276-604-5

Изложен теоретический материал по дисциплине «Пожарная тактика» в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования.

Для студентов 4—5-го курсов специальности «Пожарная безопасность» всех форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

УДК 614.842.65(075.8)

ББК 38.96я73

Нелегальное использование данного продукта запрещено

ISBN 978-5-98276-605-2 (Ч.1)

ISBN 978-5-98276-604-5



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пожарная тактика как научная дисциплина.....	4
1.1. Предмет и задачи пожарной тактики.....	4
1.2. Развитие и современное состояние пожарной тактики.....	8
1.3. Боевой устав — основа пожарной тактики.....	11
2. Классификация пожаров.....	17
3. Прогнозирование обстановки на пожаре.....	27
3.1. Зоны горения.....	27
3.2. Газовый обмен на пожаре.....	30
3.2.1. Газовый обмен при наружных пожарах.....	31
3.2.2. Газовый обмен при внутренних пожарах.....	32
3.3. Параметры пожара.....	35
3.3.1. Развитие пожара.....	35
3.3.2. Площадь, периметр и фронт пожара.....	36
3.3.3. Средние параметры скоростей развития пожара.....	37
3.3.4. Определение параметров пожара.....	40
4. Основы локализации и ликвидации пожара.....	42
4.1. Период локализации пожара.....	42
4.2. Период ликвидации пожара.....	44
4.3. Параметры тушения пожара.....	47
5. Основы расчетов параметров тушения пожара.....	49
5.1. Основные способы прекращения горения.....	49
5.2. Основные характеристики ОТВ.....	51
5.3. Исходные данные для расчета тушения пожаров ОТВ.....	52
5.3.1. Интенсивность подачи ОТВ.....	52
5.3.2. Расход ОТВ.....	54
5.3.3. Необходимый запас ОТВ на тушение и защиту.....	58
5.3.4. Удельный расход ОТВ.....	59
5.3.5. Время тушения пожара.....	61
5.4. Основы расчета тушения пожаров различными ОТВ.....	62
Список рекомендованной литературы.....	63

1. ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА КАК НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

1.1. Предмет и задачи пожарной тактики

Усложнение технологических процессов и увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает их потенциальную пожарную опасность. В связи с этим все больше внимания уделяется совершенствованию профессионального мастерства пожарных, повышению уровня боевой готовности, гарантирующих защиту собственности и имущества от огня.

Совокупность способов и приемов тушения пожара, применяемых с учетом возможностей подразделений пожарной охраны и конкретной обстановки на пожаре, называется *пожарной тактикой*. Она включает в себя теорию и практику подготовки и ведения боевых действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров. В теоретической части исследуются теоретические основы, принципы и типовые подходы к решению общих вопросов развития тушения пожаров, раскрываются частные закономерности, присущие конкретным объектам, особенности развития пожаров, принципы и способы их тушения. Важно отметить, что необходимо сочетать изучение теории с творческим применением ее на практике.

Основным предметом изучения пожарной тактики является подготовка к тушению и непосредственно тушение пожаров различными силами и средствами.

Подготовка к тушению (организация тушения пожаров в населенных пунктах) состоит из следующих этапов:

- определения структуры пожарной охраны;
- обоснования численности и дислокации подразделений;
- разработки и корректировки оперативных документов, планирующих тактическую и психологическую подготовку подразделений пожарной охраны;
- разработки мероприятий, обеспечивающих необходимые условия для успешного тушения пожаров в жилых зданиях и на объектах народного хозяйства.

Поэтому одним из важных аспектов, рассматриваемых пожарной тактикой, являются тактико-технические возможности пожарных подразделений, свойства огнетушащих средств и правила их применения, а также способы прекращения горения.

Составляющими пожарной тактики являются не только способы действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров, но и действия, связанные с подготовкой к тушению, предшествующие

тушению (выезд и следование на пожар, разведка пожара, боевое развертывание) и выполняемые в процессе тушения (спасение людей, эвакуация материальных ценностей и животных, борьба с дымом и температурой, вскрытие и разборка конструкций и др.), а также вопросы управления подразделениями и поддержания их в постоянной боевой готовности.

Тушить пожар умело и быстро, целесообразно используя силы и средства, могут только подготовленные, хорошо обученные и натренированные бойцы подразделений пожарной охраны. Применение разнообразной и сложной боевой техники требует от всего личного состава глубоких знаний пожарной тактики. Поэтому пожарная тактика направлена на изучение и обобщение опыта тактической подготовки подразделений пожарной охраны.

Пожарная тактика является одной из основных профилирующих дисциплин в подготовке специалиста высшей квалификации по пожарной безопасности и базируется на ряде других общенаучных, общетехнических и специальных дисциплин (физико-химические основы развития тушения пожаров, организация службы и подготовки, гидравлика и противопожарное водоснабжение, строительные конструкции, пожарная профилактика, пожарная техника и др.).

За последние годы пожарная тактика из описательной дисциплины все в большей степени стала превращаться в научную, способную исследовать и выявлять закономерности, присущие процессам подготовки и ведения боевых действий по тушению пожара.

Пожарная тактика ставит следующие цели: познавать закономерности развития пожара, разрабатывать способы и приемы спасения людей и тушения пожаров, а также способы ведения боевых действий подразделений по тушению пожаров, разрабатывать организационную структуру подразделений, изучать их тактические возможности и методы подготовки.

К задачам пожарной тактики относят:

- 1) изучение сущности процессов развития и тушения пожаров, а также установление действующих в этих процессах закономерностей;
- 2) исследование тактических возможностей подразделений пожарной охраны;
- 3) разработку способов действий подразделений;

4) организацию тушения пожаров и управление боевыми действиями при их тушении;

5) организацию тактической подготовки подразделений с учетом выработки определенных боевых и моральных качеств личного состава.

Поскольку факторов, воздействующих на ход и результат тушения пожаров, очень много и влияние их на процесс тушения различно, познать сущность процессов развития и тушения пожаров, т. е. решить 1-ю задачу, можно двумя способами:

во-первых, тщательным исследованием и научным анализом тушения пожаров, изучением непрерывно меняющихся условий тушения, учетом всех изменений в технических средствах и установлением на этой основе общих положений, раскрывающих сущность тушения пожаров;

во-вторых, проведением экспериментов, направленных на изучение процесса горения различных веществ в условиях пожара и его развития в зданиях и сооружениях, а также связанных с тушением опытных пожаров.

Значительный вклад в развитие второго направления вносят экспериментальные работы, проводимые Всероссийским научно-исследовательским институтом пожарной охраны совместно с гарнизонами пожарной охраны.

В результате опытов по изучению горения и тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах и танкерах, а также нефти, разлитой на воде, и т. д., были выявлены закономерности процесса горения жидкостей, которые позволили разработать новые приемы и способы тушения пожаров (тушение жидкостей способом перемешивания их струей воздуха или самого продукта, тушение воздушно-механической пеной средней и высокой кратности и т. д.).

В процессе тушения опытных пожаров были определены некоторые общие закономерности тушения. Так, было установлено, что успешное тушение пожара достигается только при определенной интенсивности подачи огнетушащих веществ (ОТВ), а время его тушения зависит от интенсивности подачи огнетушащих средств. На основании опытных пожаров, связанных с горением в резервуарах и на других объектах нефтепродуктов, разработаны нормы интенсивности подачи пены различной кратности и распыленной воды при тушении.

Знание тактических возможностей подразделений, т. е. решение 2-й задачи, необходимо для правильного использования боевых расчетов в процессе тушения. Не зная, например, возможности пожарного отделения на автонасосе, нельзя сделать правильные выводы о необходимости усиления его дополнительными средствами, организации взаимодействия с другими подразделениями и т. д.

Знание процессов развития и тушения пожаров, а также тактических возможностей подразделений позволяет решить 3-ю задачу — разработать наиболее целесообразные способы действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров в той или иной обстановке. При решении данной задачи, как правило, исходят из наиболее типичной обстановки на пожаре. Определив целесообразные способы действий подразделений в типичной обстановке, их уточняют с учетом особенностей конкретного пожара.

Способы действий подразделений разрабатывают, изучая и обобщая опыт тушения пожаров. Чтобы из всех способов и действий выбирать наиболее эффективные, необходимо учитывать все изменения, происходящие в практике тушения пожаров и техническом оснащении подразделений.

Для успешного решения 4-й задачи — организации тушения пожаров и управления боевыми действиями подразделений — необходимо своевременно создавать необходимые запасы огнетушащих средств, правильно организовывать бесперебойную работу тыла на пожаре и медицинское обслуживание личного состава, обеспечивать безопасные условия для личного состава при тушении пожара, охранять места пожара и т. д. Все это достигается благодаря четко налаженному взаимодействию подразделений пожарной охраны с городскими службами (водопроводной, медицинской, энергетической, полицейской и др).

Эффективность решения перечисленных выше задач пожарной тактики во многом зависит от качества обученности личного состава подразделений и уровня подготовленности к работе на пожаре в различных условиях. Именно поэтому 5-й задачей является организация и проведение пожарно-тактической подготовки личного состава подразделений. Тактические занятия в системе боевой подготовки должны быть направлены на выработку необходимых морально-боевых качеств личного состава — мужества, решительности, находчивости, стойкости, профессионального мастерства и т. д.

Воспитать эти качества можно только в результате постоянной кропотливой работы всего начальствующего состава подразделений пожарной охраны.

1.2. Развитие и современное состояние пожарной тактики

В нашей стране наука о пожарной тактике, критически переработав и впитав в себя все лучшее из того, что было накоплено человечеством в борьбе с пожарами, прошла долгий путь развития. Она формировалась постепенно, обогащаясь по мере изменения материальных условий жизни общества, совершенствования технических средств и повышения боевых возможностей подразделений пожарной охраны.

В прошлом, когда населенные пункты застраивались в основном деревянными домами, крытыми соломой и щепой, пожар, возникший внутри помещения, быстро переходил в открытый (наружный). Тактика тушения такого пожара сводилась к поливанию горящего строения водой из ведер. Однако данный способ тушения не всегда был успешным, поэтому горящее строение, как правило, сначала разбирали, а затем уже отдельные конструкции поливали водой и тушили. Появление в России в XVII в. ручных насосов не привело к значительному улучшению ситуации вследствие их недостаточной эффективности и ограниченного количества.

В XVIII и особенно XIX вв. в связи с увеличением размеров зданий и сооружений и применением в строительстве негорючих материалов изменился и характер пожаров: они все чаще стали возникать внутри помещений и достигать больших размеров. Для тушения таких пожаров нужны были новые методы и средства.

Автор вышедший в 1818 г. в Санкт-Петербурге книги «Практическое наставление брандмейстерам» В. Горголи считал, что основным принципом тушения пожара является прекращение доступа воздуха к очагу горения. Он определил три способа тушения:

поливание горящих поверхностей водой, накрывание мокрым войлоком, засыпка землей и т. д.;

защита негорящих частей здания от огня;

закрывание дверей, окон и других проемов в помещении с целью его изоляции от притока свежего воздуха.

В книге была сделана попытка квалифицировать пожары на наружные и внутренние и выделить виды пожаров: на крыше здания, на верхних этажах, на среднем и нижнем этажах.

В 1819 г. в Москве была издана брошюра П. Шумлянского «Дополнение к сочинению о способах против пожара», в которой рассматривается вопрос о механизме горения и предлагается совершенно новый для того времени способ подавления горения искусственным дымом. Автор утверждал, что если воспрепятствовать притоку свежего воздуха к очагу горения посредством образования большой концентрации дыма, то в зоне горения будет недостаточно кислорода и горение прекратится. Также в книге описан состав для получения искусственного дыма (порох, глина и вода). Однако, как выяснилось позднее, такой состав достаточными огнетушащими свойствами не обладает.

В 1888 г. вышла в свет книга инженера-технолога М. Колесника-Кулевича «О противопожарных средствах», в которой дается обоснование огнетушащего действия воды, водяного пара, водных растворов различных солей, негорючих газов, сыпучих (песок, земля) и других подобных веществ, а также рассматриваются вопросы теории горения. Эта книга, по сути, явилась первым в России трудом, в котором были разработаны вопросы теории горения в условиях пожара и его подавления.

Во второй половине XIX в. в России развиваются нефтедобывающая и другие отрасли промышленности, связанные с применением огнеопасных веществ. Пожары, возникающие на предприятиях, где использовались подобные вещества, принимали угрожающие размеры. В связи с этим возникла потребность в новых способах и средствах борьбы с пожарами.

В конце XIX в. член Русского технического общества И. А. Вермишев исследовал вопрос о механизме тушения и пришел к выводу о возможности тушения горящей нефти распыленной водой.

В начале XX в. российский инженер-технолог А. Г. Лоран открыл новое средство тушения пожаров — огнетушащую пену. Он провел в Баку более 20 опытов по тушению горящих нефтепродуктов в различных емкостях. Большая часть этих опытов показала эффективность тушения горящей нефти пеной. В докладе, озвученном Лораном в химическом отделе Русского технологического общества 1 декабря 1904 г., был изложен способ получения пены, основанный на химической реакции образования углекислоты при смешивании растворов углекислых солей с жидкими кислотами. Лоран также разработал способ получения химической пены из порошков, которые предварительно нужно было растворить в воде,

и способ получения воздушно-механической пены. Открытие Лорана имело мировое значение и было признано научными кругами многих стран. Кроме того, Лоран выдвинул идею о возможности тушения горячей жидкости путем ее перемешивания. Однако данный способ стал применяться в практике тушения лишь спустя несколько десятилетий.

Завершающим этапом развития пожарной тактики в дореволюционный период можно считать книгу Н. П. Требезова «Пожарная тактика», опубликованную в 1913 г. По сути, эта была первая капитальная теоретическая работа, обобщающая практику тушения пожаров. Несмотря на то что книга носила в основном описательный характер, она оказала огромное влияние на дальнейшее развитие пожарной тактики.

Наибольшее развитие пожарная тактика получила в советский период: появилась мощная и многообразная пожарная техника и оборудование, значительно увеличилось число огнетушащих средств (пены различной кратности и состава, огнетушащие порошки, растворы смачивателей в воде, галоидированные углеводороды, парогазовые и другие составы), усовершенствовались способы их применения. Широко проводились научные исследования по испытанию и выявлению эффективности новых средств, способов и приемов тушения.

Значительный вклад в разработку теоретических основ пожарной тактики и практику тушения пожаров в нашей стране внес Н. А. Тарасов-Агалаков. Главная его заслуга заключается в том, что он предпринял первую серьезную попытку обоснования пожарной тактики как науки. В 1964 г. им был написан доклад на тему «Некоторые вопросы перспектив развития пожарной тактики как науки», в котором он отмечал, что настало время, когда пожарная тактика может получить свое дальнейшее развитие: именно пожарная тактика может ставить задачи перед исследователями в изыскании новых средств и способов тушения пожаров и разработке новых видов техники, четко определять наиболее целесообразную систему организации пожарной охраны.

Практический опыт тушения пожаров широко обобщается в руководящих документах, а также трудах, изданных опытными работниками пожарной охраны. Принятый в 1995 г. и действующий в настоящее время Боевой устав пожарной охраны разработан

на основе более чем полувекового опыта тушения пожаров в нашей стране. Широко известны книги С. Г. Голубева, А. М. Гарпинченко, М. В. Данилова, А. А. Кальма, И. Ф. Кимстача и других авторов, посвященные различным вопросам пожарной тактики.

В современных условиях пожарная тактика решает свои задачи исходя из наличия новых огнетушащих средств и возросшей необходимости тушения пожара на начальной стадии его развития. Это обусловлено тем, что укрепление объектов, усложнение технологических процессов производств, применение синтетических материалов и т. д. создали условия для быстрого распространения пожаров на большие площади, что может привести к огромным материальным потерям.

Современная пожарная тактика, опирающаяся на новейшие достижения науки и техники и располагающая грамотными и квалифицированными кадрами, позволяет охранять от пожаров общественную собственность, личное имущество граждан Российской Федерации.

Благодаря успехам в развитии науки и техники качественные изменения произошли в средствах и способах тушения пожаров. Пожарное дело стало инженерно-технической отраслью. Это требует от личного состава пожарной охраны и, прежде всего, от начальствующего состава глубоких теоретических и практических знаний. Основы тактических знаний изучают в пожарно-технических учебных заведениях.

Пожарная тактика также рассматривает вопросы организации тушения пожаров в городах и сельских населенных пунктах, подготовки населенных пунктов и объектов к тушению пожаров, ведения оперативной документации и т. д.

Боевая работа подразделений пожарной охраны требует от всего личного состава высоких моральных качеств, профессионального мастерства, инициативы, способности выдерживать большие физические нагрузки. Поэтому необходимо заботиться о воспитании бойцов пожарной охраны и поддерживать в состоянии постоянной боевой готовности.

1.3. Боевой устав — основа пожарной тактики

Основные исходные положения пожарной тактики содержатся в Боевом уставе пожарной охраны (БУПО) [1]. В нем обобщен многолетний опыт работы подразделений пожарной охраны по тушению

пожаров, а результаты теоретических исследований изложены в виде определенных положений, принципов, правил, выведенных на основании глубокого анализа экспериментальных данных и всесторонней теоретической разработки.

Положения БУПО должны подкрепляться законодательными актами. Данные положения изложены в Федеральном законе от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [2], который определяет виды пожарной охраны и ее деятельность, полномочия органов государственной власти и органов самоуправления в области пожарной безопасности, права, обязанности и ответственность как участников тушения, так и граждан и должностных лиц.

Например, статья 7 ФЗ-69 определяет, кто может быть принят в Государственную противопожарную службу (ГПС): это граждане Российской Федерации не моложе 18 лет, способные по своим личным и деловым качествам, образованию и состоянию здоровья выполнять обязанности, возложенные на личный состав ГПС. А статья 22 определяет телефон пожарной охраны и права и обязанности руководителя тушения пожара (РТП): непосредственное руководство тушением пожара осуществляется РТП — прибывшим на пожар старшим оперативным должностным лицом пожарной охраны (если не установлено иное), которое управляет на принципах единоначалия личным составом пожарной охраны, участвующим в выполнении боевых действий по тушению пожара, а также привлеченными к тушению пожара силами. РТП отвечает за выполнение боевой задачи, безопасность личного состава пожарной охраны и привлеченных к тушению пожара сил.

Кроме того, РТП устанавливает границы территории, на которой осуществляются боевые действия по тушению пожара, порядок и особенности указанных действий, а также принимает решения о спасении людей и имущества при пожаре. При необходимости РТП принимает иные решения, в том числе ограничивающие права должностных лиц и граждан на указанной территории.

Указания РТП обязательны для исполнения всеми должностными лицами и гражданами на территории, на которой осуществляются боевые действия по тушению пожара.

Никто не вправе вмешиваться в действия РТП или отменять его распоряжения при тушении пожара.

БУПО содержит руководящие указания по организации тушения пожаров и обеспечивает общность взглядов начальствующего состава пожарной охраны на вопросы тушения пожаров. Положения БУПО облегчают работу РТП и ускоряют процесс выработки им решения.

Однако положения, изложенные в БУПО, не объясняют явлений, происходящих в процессе развития и тушения пожаров: они содержат лишь готовые выводы и обобщения, но не их предпосылки. Помимо этого, правила, способы и приемы, приведенные в БУПО, действительны только для наиболее типичных, обобщенных ситуаций. Поскольку обстановка на пожаре может быть самой различной, начальствующий состав должен не только знать положения устава, но и уметь применять их на практике.

Следовательно, чтобы успешно руководить тушением пожара, необходимо не только твердо знать положения БУПО, но и иметь хорошую теоретическую подготовку, понимать сущность явлений, происходящих на пожаре.

Выполнение требований БУПО является обязательным для всего личного состава пожарной охраны и иных привлеченных к тушению пожара сил.

В БУПО применяются следующие основные понятия:

Тушение пожара — боевые действия, направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров. Тушение пожаров является одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности.

Боевые действия — предусмотренное уставом организованное применение сил и средств пожарной охраны для выполнения основной боевой задачи.

Основная боевая задача — достижение локализации и ликвидации пожара в сроки и в размерах, определяемых возможностями привлеченных к его тушению сил средств пожарной охраны.

Локализация пожара — стадия (этап) тушения пожара, на которой отсутствует или ликвидирована угроза людям и/или животным, прекращено распространение пожара и созданы условия для его ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидация пожара — стадия (этап) тушения пожара, на которой прекращено горение и устранены условия для его самопроизвольного возникновения.

Решающее направление — направление боевых действий, на котором использование сил и средств пожарной охраны обеспечивает наилучшие условия решения основной боевой задачи.

Боевая позиция — место расположения сил и средств пожарной охраны, осуществляющих непосредственное ведение боевых действий по спасению людей и имущества, подаче ОТВ, выполнению специальных работ на пожаре.

Тыл на пожаре — силы и средства пожарной охраны, обеспечивающие ведение боевых действий на боевых позициях.

Выполнение основной боевой задачи обеспечивается силами пожарной охраны — личным составом органов управления и подразделений пожарной охраны.

К тушению пожаров могут быть привлечены в установленном порядке представители личного состава органов внутренних дел, военнослужащие, силы гражданской обороны, а также население.

Для выполнения боевых действий используются следующие средства:

пожарные машины, в том числе приспособленные для пожаротушения автомобилей;

пожарно-техническое вооружение и пожарное оборудование, в том числе средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);

огнетушащие вещества;

аварийно-спасательное оборудование и техника;

системы и оборудование противопожарной защиты предприятий;

системы и устройства специальной связи и управления;

медикаменты, инструменты и оборудование для оказания первой помощи пострадавшим при пожаре;

иные средства, вспомогательная и специальная техника.

Успешное выполнение боевых действий при тушении пожаров основано:

на эффективной организации боевых действий, в том числе своевременном сосредоточении на месте пожара необходимых для его ликвидации сил и средств, их умелой расстановке и активным применением с учетом решающего направления;

мужестве, высоком уровне профессиональной, физической и психологической подготовки, боевом опыте личного состава пожарной охраны;

дисциплинированности участников тушения пожара.

Для личного состава ГПС при тушении пожаров обязательно выполнение требований нормативных документов (наставлений, инструкций, правил, рекомендаций и др.), утвержденных в установленном порядке Главным управлением Государственной противопожарной службы МВД России.

Боевые действия по тушению пожаров включают в себя:
обработку вызовов;
выезд и следование к месту вызова (пожара);
разведку;
спасение людей и имущества;
боевое развертывание;
ликвидацию горения;
выполнение специальных работ;
сбор и возвращение в подразделение.

Боевые действия по разведке, спасению людей и имущества, боевому развертыванию, ликвидации горения и выполнению специальных работ могут выполняться одновременно.

Боевые действия должны проводиться в соответствии с установленными требованиями охраны труда и техники безопасности при пожарах. Обычно они проходят в условиях высокой психологической и физической нагрузки, повышенного риска, прямой опасности для жизни и здоровья участников тушения пожаров.

Ведение боевых действий по тушению пожаров на предприятиях, которые имеют разработанные в установленном порядке планы локализации и ликвидации аварий, должно осуществляться с учетом особенностей, определяемых этими планами.

Боевые действия на боевых позициях в условиях крайней необходимости, связанной с непосредственной угрозой жизни и здоровью участников тушения пожара, могут выполняться с отступлением от установленных требований охраны труда и техники безопасности только в исключительных случаях и, как правило, добровольцами.

Обработка вызовов осуществляется в установленном порядке дежурным диспетчером (радиотелефонистом) подразделения пожарной охраны и включает в себя:

прием от заявителя и фиксирование информации о пожаре;
оценку полученной информации и принятие решения о направлении к месту вызова сил и средств, предусмотренных расписанием выезда (планом привлечения сил и средств);

подачу сигнала «Тревога»;

подготовку и вручение (передачу) должностному лицу, возглавляющему караул или дежурную смену, путевки для выезда на пожар, а также при необходимости планов пожаротушения и иной информации о горящем объекте.

При приеме информации от заявителя о пожаре дежурный диспетчер должен по возможности полно установить:

адрес или иные сведения о месте пожара;

наличие и характер опасности для жизни и здоровья людей;

особенности объекта, на котором возник пожар;

фамилию, имя, отчество заявителя (в том числе номер телефона заявителя);

иные сведения о пожаре, которые могут повлиять на успешное выполнение основной боевой задачи.

Подача сигнала «Тревога» осуществляется сразу после установления адреса или иных сведений о месте пожара и принятия решения о выезде. Обработка вызова должна быть завершена за минимальное время и не должна задерживать выезд и следование к месту пожара.

При необходимости и наличии технической возможности информация о пожаре может быть передана диспетчером начальнику караула по радиосвязи во время его следования к месту пожара.

Выезд и следование к месту вызова включают в себя сбор личного состава по сигналу «Тревога», его доставку на пожарных автомобилях и иных специальных транспортных средствах к горящему объекту.

Осуществляться данные действия должны за максимально короткое время, что достигается благодаря:

быстрому сбору и выезду личного состава караула (в течение времени, не превышающего нормативное);

движению пожарных автомобилей по кратчайшему маршруту с предельно возможной, но обеспечивающей безопасность скоростью, в том числе с использованием (при необходимости) в установленном порядке специальных сигналов и отступлений от правил дорожного движения;

знанию особенностей района выезда.

Для сокращения времени следования пожарных автомобилей к месту пожара на маршрутах их передвижения в некоторых случаях в установленном порядке может перекрываться дорожное движение.

Следование к месту вызова может быть приостановлено только по распоряжению диспетчера гарнизона.

При вынужденной остановке в пути головного пожарного автомобиля следующие за ним автомобили останавливаются и дальнейшее движение продолжают только по указанию начальника караула. При вынужденной остановке второго или следующих за ним пожарных автомобилей остальные, не останавливаясь, продолжают движение к месту вызова. Старший начальник на пожарном автомобиле, прекратившем движение, немедленно сообщает о случившемся диспетчеру.

При самостоятельном следовании к месту вызова отделения караула и вынужденной остановке пожарного автомобиля командир отделения сообщает о случившемся диспетчеру и принимает меры по доставке личного состава и пожарно-технического вооружения к месту вызова.

При следовании подразделений пожарной охраны к месту вызова по железной дороге, водным или воздушным транспортом старший начальник в пути следования обязан:

обеспечивать сохранность пожарной техники и оборудования;
организовывать размещение, питание и отдых личного состава.

Немаловажное значение в ГПС имеет техника безопасности, положения которой определены в приказе МЧС от 31.12.2002 г. № 630 «Об утверждении и введении в действие Правил по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России» (ПОТРО-01—2002). В правилах рассматриваются требования безопасности при тушении пожаров, проведении различных работ, требования к технике и служебным помещениям.

Таким образом, содержание пожарной тактики как учебной дисциплины призвано раскрыть сущность положений БУПО, определяющих особенности боевых действий подразделений пожарной охраны на основе обстановки, складывающейся на пожаре.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРОВ

Определение пожара дается в статье 1 Закона РФ «О пожарной безопасности» [2]. *Пожар* — неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Вместе с тем пожар представляет собой сложный физико-химический процесс, включающий, помимо горения, явления массо- и теплообмена, развивающиеся во времени и пространстве. Эти явления взаимосвязаны и характеризуются такими параметрами пожара, как скорость выгорания, температура горения и т. д. Значения данных параметров позволяют определить характеристику пожара, необходимую для оценки обстановки и принятия решения о ведении боевых действий по его тушению.

В основе классификации пожаров лежат общие и частные признаки. Общая классификация пожаров представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация пожаров

К общим относятся признаки, по которым классифицируются все пожары. Это, например, условия газообмена, физико-химические свойства горящих веществ и материалов, возможность распространения горения, продолжительность пожара, его расположение относительно поверхности земли и т. п.

Частные признаки — это те, по которым классифицируются пожары, относящиеся только к отдельному классу, группе, виду и т. п. Например, вид распространяющихся пожаров классифицируется

по скорости распространения горения, форме площади пожара, виду теплообмена и т. п. Класс пожаров горючих жидкостей классифицируется по состоянию, форме факела и др. признакам.

Общим явлением для всех пожаров является газообмен, который определяет качественную и количественную стороны всех параметров пожара во времени и пространстве. На пожарах в зданиях и сооружениях газообмен можно регулировать по времени и направлению, а также использовать для прекращения горения путем изоляции помещений, в которых происходит пожар. При пожарах на открытом пространстве газообмен не регулируется.

По условиям газообмена все пожары можно разделить на две группы:

- на открытом пространстве;
- в ограждениях.

Другим общим признаком пожаров является агрегатное состояние горючих веществ и материалов, которое определяет огнетушащие средства, способы и приемы прекращения горения, подготовительные и обеспечивающие боевые действия подразделений.

В зависимости от вида горящих веществ и материалов пожары разделяются на классы — А, В, С, D, Е, F и подклассы — А1, А2, В1, В2, D1, D2, D3.

К пожарам класса А относится горение твердых веществ: если горят тлеющие вещества, то пожары относятся к подклассу А1, а если неспособные тлеть — к подклассу А2.

Класс В включает пожары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также плавящихся материалов. При этом они будут относиться к подклассу В1, если жидкости не растворимы в воде, и к подклассу В2, если растворимы.

К классу С относятся пожары, при которых происходит горение газов.

Пожары, при которых происходит горение металлов, входят в класс D. При этом они относятся к подклассу D1, если горят легкие металлы и их сплавы, к подклассу D2 — щелочные и подобные им металлы, к подклассу D3 — металлосодержащие соединения (металлоорганические или гидриды).

К классу Е относятся пожары оборудования под напряжением.

Класс F образуют пожары, связанные с горением ядерных металлов и отходов.

В зависимости от обстановки на пожаре его площадь и объем могут быть постоянными или увеличиваться в результате перемещения фронта горения по поверхности веществ и материалов. Эти характерные особенности пожаров ведут к принципиальному различию в тактике их тушения. Поэтому все пожары по признаку распространения горения делятся на два вида:

- распространяющиеся;
- нераспространяющиеся.

Под распространяющимися понимают такие пожары, у которых происходит увеличение геометрических размеров (длины, высоты, ширины, радиуса) во времени.

Под нераспространяющимися понимают пожары, у которых геометрические размеры остаются неизменными во времени.

Следует отметить, что с течением времени свободного развития пожаров или в результате действия подразделений по ограничению распространения горения пожары могут видоизменяться, т. е. переходить из одного вида в другой. Поэтому классификация пожаров по признаку распространения горения тесно связана со временем их развития. Обычно пожары классифицируются по этому признаку на определенное время действия подразделений: например, на время прибытия первого подразделения и введения им сил и средств, прибытия дополнительных сил и средств, прибытия службы пожаротушения и т. д.

Как распространяющиеся, так и нераспространяющиеся пожары могут возникать и развиваться на различных объектах. Поэтому по признаку принадлежности к объектам все пожары подразделяются на следующие виды:

- на гражданских объектах;
- на промышленных объектах;
- в лесном фонде;
- на сельскохозяйственных объектах;
- на объектах транспорта.

По размерам пожары могут быть малыми, средними и крупными. Следует отметить, что размер может определяться по различным признакам:

- величине ущерба;
- размерам (площади или объему, дебиту фонтана) пожара;
- количеству требуемых для тушения сил и средств;
- сложности управления боевыми действиями подразделений пожарной охраны.

Классификация пожаров по размерам является условной и производится на основании признаков и различий, принятых в нормативных документах.

По продолжительности пожары подразделяются:
на кратковременные (малопродолжительные);
средней продолжительности (среднепродолжительные);
затяжные (продолжительные).

Классификация пожаров по продолжительности также производится на основании условно принимаемых различий.

По отношению к поверхности земли пожары могут располагаться на различных уровнях. По данному признаку они подразделяются на следующие виды:

подземные — расположенные ниже уровня земли, на любой глубине;

наземные — происходящие на высоте, достигаемой при помощи ручных пожарных лестниц;

средневысотные — происходящие выше уровня поверхности земли, т. е. до высоты, которая достигается при использовании пожарных автолестниц и подъемников;

высотные — расположенные выше 30 м от уровня поверхности земли.

Наиболее сложными являются пожары одновременно наружные и внутренние, открытые и скрытые. Однако какой-то вид из совокупности этих пожаров в определенный момент является основным и характеризующим обстановку в целом.

С изменением обстановки изменяется и вид пожара. Так, при развитии пожара в здании скрытое внутреннее горение может перейти в открытое внутреннее, а внутреннее — в наружное и наоборот.

При составлении схемы расстановки сил и средств на пожаре используются специальные условные обозначения (табл. 1).

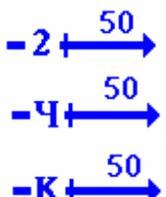
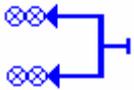
Т а б л и ц а 1

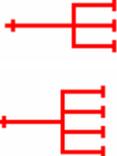
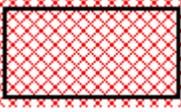
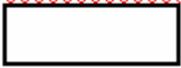
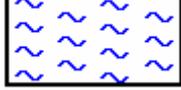
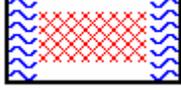
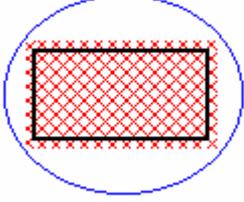
Условные графические обозначения расстановки сил и средств на пожаре

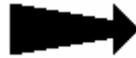
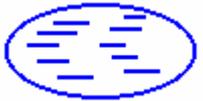
Наименование	Базовый символ
Пожарные и специальные машины	
Автоцистерна пожарная, цвет красный	
Автонасос пожарный	

Продолжение табл. 1

Наименование	Базовый символ
Автолестница пожарная	
Автоподъемник пожарный: коленчатый	
телескопический	
Станция автонасосная пожарная	
Автомобиль рукавный пожарный	
Автомобиль пожарный пенного тушения	
Автомобиль связи и освещения пожарный	
Автомобиль штабной пожарный	
Автолаборатория пожарная	
Универсальная компрессорная станция	
Поезд пожарный	
Мотопомпа пожарная переносная	
Мотопомпа пожарная прицепная	
Приспособленная для тушения пожара техника	
Приспособленный автомобиль для целей пожаротушения (контур синий, средняя полоса красная)	
Другая приспособленная для целей пожаротушения техника (контур синий, средняя полоса красная)	
Пожарно-техническое оборудование	
Рукав пожарный напорный, цвет черный	
Рукав пожарный всасывающий и напорно-всасывающий	

Наименование	Базовый символ
Гидроэлеватор пожарный	
Пеносмеситель пожарный	
Ствол пожарный ручной (общее обозначение)	
Ствол «Б» с диаметром насадка 13 мм	
Ствол «А» с диаметром насадка 19 мм	
Ствол «А» с диаметром насадка 25 мм	
Ствол для формирования тонкораспыленной водяной струи (ствол высокого давления)	
Ствол для формирования пены низкой кратности (СВП-2, СВП-4, СВПЭ-2, СВПЭ-4)	
Ствол для формирования пены средней кратности (ГПС-200, ГПС-600, ГПС-2000)	
Ствол для формирования водяной струи с добавками	
Ствол для тушения электроустановок, находящихся под напряжением	
Ствол «Б»: на 2-м этаже здания чердаке (Ч) кровле, покрытии (К)	
Звено газодымозащитной службы со стволом «Б» в подвале	
Ствол пожарный лафетный переносной	
Ствол пожарный лафетный стационарный: с водяными насадками пенными насадками	
Гребенка с генераторами пены средней кратности ГПС-600, предназначенная для установки на автолетнице	
Маневренный ствол (общее обозначение)	

Наименование	Базовый символ
Водосборник рукавный, цвет черный	
Разветвление рукавное : трехходовое четырёхходовое	
Колонка пожарная	
Мостик рукавный, цвет черный	
Дымосос пожарный переносной	
Лестница-штурмовка	
Лестница-палка	
Лестница пожарная выдвижная	
Обстановка в зоне ведения боевых действий	
Пожар внутренний (штрих красный)	
Пожар наружный (открытый)	
Загорающее здание	
Зона задымления (штрих синий)	
Пожар внутренний с зоной задымления	
Пожар наружный с зоной задымления (внешний контур синий)	
Место возникновения пожара (очаг)	

Наименование	Базовый символ
Направление развития пожара (контур красный)	
Решающее направление действий подразделений по тушению пожара	
Граница участка тушения (красный, обозначение черный)	УТ-1 
Лестничная клетка в этаже: Л-1 — лестничная клетка № 1 Л-1(П-Ч) — лестничная клетка, соединяющая подвал, все этажи здания и чердак (цвет черный)	 Л-1 (П-Ч)
Лестничная клетка, сообщающаяся с чердаком обозначается, как правило, на плане последнего этажа здания; Ч — чердак	 Л-3 (1-Ч)
Лестничная клетка, сообщающаяся с подвалом обозначается, как правило, на плане первого этажа здания (П — обозначение подвала)	 Л-2 (П-3)
Стационарная лестница у здания	
Железная дорога одноколейная двухколейная	 
Ограда металлическая каменная или кирпичная железобетонная	  
Дорога	
Трамвайная линия	
Пирс (цвет черный; 3 — количество одновременно устанавливаемых пожарных машин)	
Пожарный гидрант (номер, вид и диаметр сети, цвет синий)	ПГ-5. К-150 
Внутренний пожарный кран	ПК-12 
Искусственный или естественный водоем	

Наименование	Базовый символ
Водонапорная башня или скважина (объем 5 м ³)	
Закрытый водоисточник (дебит 5 м ³ /сут)	
Колодец (синий цвет, контур черный)	
Участок береговой полосы, где возможен забор воды пожарными машинами с помощью всасывающих рукавов (40 — протяженность, м, цвет красный, обозначение черный, контур реки синий)	

Пункты управления и средства связи

Контрольно-пропускной пункт ГДЗС (цвет черный)	
Пост безопасности ГДЗС (контур красный, буквы черные)	
Место расположения штаба (цвет красный)	
Переносной прожектор (цвет черный)	
Громкоговоритель	
Телефон	
Радиостанция	
переносная	
подвижная	
стационарная	

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ НА ПОЖАРЕ

3.1. Зоны горения

Пространство, в котором развивается пожар, можно условно разделить на три зоны (рис. 2):

- горения;
- теплового воздействия;
- задымления.

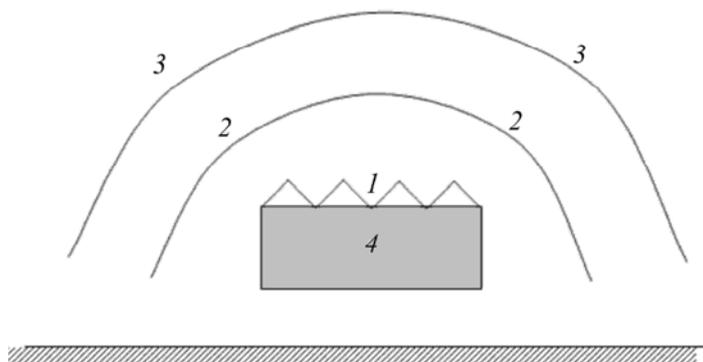


Рис. 2. Зоны пожара: 1 — горения; 2 — теплового воздействия; 3 — задымления; 4 — горящее вещество

Зона горения — та часть пространства, в которой протекают процессы термического разложения или испарения горючих веществ и материалов (твердых, жидких, газов, паров) и сгорания образовавшихся продуктов. Она ограничивается размером языка пламени, а в некоторых случаях — ограждениями здания (сооружения), стенками технологических установок, аппаратов.

Горение может быть пламенным (гомогенным) и беспламенным (гетерогенным). При пламенном горении границами зоны горения являются поверхность горящего материала и тонкий светящийся слой пламени (зона реакции окисления). При беспламенном горении (войлок, торф, кокс) зона горения представляет собой горящий объем твердых веществ, ограниченный негорящим веществом.

Зона горения характеризуется геометрическими и физическими параметрами: площадью, объемом, высотой, горючей загрузкой, скоростью выгорания веществ (линейная, массовая, объемная) и др.

Тепло, выделяющееся при горении, является основной причиной развития пожара. Оно вызывает нагрев окружающих зону горения горючих и негорючих веществ и материалов. Горючие материалы подготавливаются к горению и затем воспламеняются, а негорючие разлагаются, плавятся, строительные конструкции деформируются и теряют прочность.

Выделение тепла наблюдается не во всем объеме зоны горения, а только в ее светящемся слое, где происходит химическая реакция.

Зона теплового воздействия — примыкающая к зоне горения часть, в которой происходит процесс теплообмена между поверхностью пламени и окружающими строительными конструкциями, материалами. Передача тепла осуществляется конвекцией, излучением, теплопроводностью. Границы зоны проходят там, где тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций, а также создает невозможные условия для пребывания людей без средств тепловой защиты.

Проекция зоны теплового воздействия на поверхность земли или пола помещения называется *площадью теплового воздействия*. При пожарах в зданиях эта площадь состоит из двух участков: внутри здания (внутренний) и вне его (внешний). На внутреннем участке передача тепла осуществляется преимущественно конвекцией, а на внешнем — излучением от пламени в окнах и других проемах.

Размеры зоны теплового воздействия зависят от удельной теплоты пожара, размеров и температуры зоны горения и др.

Зона задымления — пространство, которое заполняется продуктами сгорания (дымовыми газами) в концентрациях, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, затрудняющих действия пожарных подразделений при работе на пожарах.

Внешними границами зоны задымления считаются места, где плотность дыма составляет $0,0001 \dots 0,0006 \text{ кг/м}^3$, видимость 6...12 м, концентрация кислорода в дыме не менее 16 % и токсичность газов не представляет опасности для людей, находящихся без СИЗОД.

Следует всегда помнить, что задымление на любом пожаре представляет наибольшую опасность для жизни людей. Так, например, объемная доля оксида углерода в дыме в количестве 0,05 % может привести к гибели людей. В некоторых случаях дымовые газы содержат сернистый газ, синильную кислоту, оксиды азота, галогенводороды и другие, наличие которых даже в незначительных концентрациях приводят к смертельным исходам.

Анализ пожаров показывает, что подавляющее большинство людей погибает от отравления продуктами неполного сгорания, вдыхания воздуха с пониженной концентрацией кислорода (менее 16 %).

При уменьшении объемной доли кислорода до 10 % человек теряет сознание, а при 6 % у него начинаются судороги, и если ему не оказать немедленную помощь, то через несколько минут наступает смерть.

В чем заключается коварство задымления помещений на пожаре даже при незначительных масштабах горения? Если человек находится непосредственно в зоне горения или теплового воздействия, то, естественно, он сразу ощущает приближающуюся опасность и принимает соответствующие меры для обеспечения своей безопасности. При задымлении очень часто люди, находящиеся в помещениях (что наиболее характерно для зданий повышенной этажности), расположенных на верхних этажах, не придают этому серьезного значения, а между тем в лестничной клетке образуется так называемая дымовая пробка, которая препятствует эвакуации людей из помещений верхней зоны. Попытки людей пробиться через дым без СИЗОД, как правило, заканчиваются трагически.

Практически установить границы зон при пожаре не представляется возможным, так как происходит их непрерывное изменение. Поэтому следует говорить лишь об условном их расположении.

В процессе развития любого пожара различают три стадии:
начальную;
основную (развитую);
конечную.

Начальной стадии соответствует развитие пожара от источника зажигания до момента, когда помещение будет полностью охвачено пламенем. В помещении наблюдается нарастание температуры и снижение плотности газов. Продолжительность данной стадии 5...40 мин, а иногда и несколько часов. Обычно она не оказывает влияния на огнестойкость строительных конструкций, поскольку температура пока сравнительно невысока. Количество удаляемых через проемы газов превышает количество поступающего воздуха. В связи с этим линейная скорость в закрытых помещениях принимается с коэффициентом 0,5.

Основной стадии развития пожара в помещении соответствует повышение среднеобъемной температуры до максимума. На данной стадии сгорает 80...90 % объемной массы горючих веществ и материалов. При этом расход удаляемых газов из помещения приблизительно равен притоку поступающего воздуха и продуктов пиролиза.

На конечной стадии пожара завершается процесс горения и постепенно снижается температура. Количество уходящих газов становится меньше, чем количество поступающего воздуха и продуктов горения.

3.2. Газовый обмен на пожаре

Газовый обмен на пожаре — это движение газообразных масс, вызываемое движением нагретых газообразных продуктов сгорания (теплового разложения) от зоны горения и атмосферного воздуха к зоне горения.

Основными параметрами, определяющими газовый обмен на пожаре, являются:

скорость движения воздуха или продуктов сгорания, т. е. скорость газового обмена;

интенсивность газового обмена;

коэффициент избытка воздуха.

Важным оперативно-тактическим действием при тушении пожара, выполняемым с целью создания условий, способствующих успешному тушению пожара и проведению спасательных работ, является управление газовыми потоками.

Нагретые продукты горения в зоне реакции из-за меньшей (по сравнению с плотностью поступающего в помещение воздуха) плотности поднимаются вверх, создавая избыточное давление. В нижней части помещения вследствие снижения парциального давления кислорода в воздухе, участвующего в реакции окисления, создается разрежение. Высота в помещении, на которой давление в его объеме равно наружному или давлению в соседнем с горящим помещением, называется *уровнем равных давлений*. Нетрудно предположить, что выше этого уровня помещение заполнено дымом, а ниже концентрация продуктов сгорания не препятствует нахождению личного состава пожарных подразделений без СИЗОД. Если на уровне равных давлений в помещении провести условную плоскость, то ее можно назвать *плоскостью равных давлений*.

При пожаре в помещении наступает момент, когда плоскость равных давлений опускается ниже высоты проема, при этом часть проема, работавшего только на приток к зоне горения свежего воздуха, начинает работать и на выпуск продуктов сгорания, снижая тем самым интенсивность поступления свежего воздуха к зоне горения.

Чем ниже располагается плоскость равных давлений, тем больший объем занимает зона задымления, возникает опасность распространения продуктов сгорания в смежные с горящим помещением и образования в них очагов пожаров за счет теплосодержания газовой смеси.

Плоскость равных давлений может опуститься в результате неправильных действий личного состава пожарных подразделений или администрации объекта, например нарушения соотношения площадей приточных и вытяжных проемов в процессе боевого развертывания и проникновения ствольщиков в зону горения.

Чтобы успешно бороться с пожарами, личный состав пожарных подразделений должен знать способы управления газовыми потоками на пожаре:

1. Управление аэрацией здания — усиление в нем естественного воздухообмена, что достигается благодаря изменению площадей приточных и вытяжных проемов, т. е. открытию или закрытию существующих в здании окон, дверей, проделыванию отверстий в ограждающих конструкциях, установлению перемычек.

Однако следует иметь в виду, что площади приточных и вытяжных проемов в помещении должны находиться в определенном соотношении. Установлено, что наилучшим соотношением является такое, при котором площадь вытяжных проемов превышает в 1,5...2 раза площадь приточных проемов.

2. Применение принудительной вентиляции с использованием пожарных дымососов (вентиляторов), устанавливаемых как на нагнетание воздуха, так и на удаление продуктов сгорания.

3. Применение личным составом пожарных подразделений соответствующих огнетушащих средств — воздушно-механической пены средней или высокой кратности, распыленной воды и др.

3.2.1. Газовый обмен при наружных пожарах

При наружных пожарах схема газового обмена характеризуется наличием восходящего столба или движущейся колонны газообразных продуктов сгорания. Высота столба определяется перепадом давлений нагретых продуктов сгорания и атмосферного воздуха.

В зависимости от скорости ветра может увеличиваться скорость выгорания, а следовательно, и интенсивность газового обмена. Кроме того, скорость газового обмена зависит от разности температур продуктов сгорания и окружающего атмосферного воздуха.

Чем больше разность температур, тем больше разница между объемным весом газообразных продуктов сгорания и окружающего атмосферного воздуха. Разность объемных весов является основной движущей силой в образовании и скорости газового обмена.

На скорость движения газообразных масс при газовом обмене существенное влияние оказывает также атмосферное давление. Чем больше атмосферное давление, тем меньше скорость газообмена. При наружных пожарах скорость газообмена зависит и от выпадения атмосферных осадков.

Скорость газообмена обычно больше около зоны горения. Чем больше расстояние от зоны горения, тем меньше скорость горения и движения газов.

Изменить схему газообмена при наружном пожаре без его тушения нельзя. Скорость газообмена при наружных пожарах всегда больше, чем при внутренних.

3.2.2. Газовый обмен при внутренних пожарах

При внутренних пожарах газовый обмен зависит от вентиляции помещения и его высоты, горючей загрузки, архитектурно-планировочного решения здания.

Внутри горящего помещения создаются три зоны с различными давлениями:

верхняя — с давлением газообразных продуктов сгорания выше атмосферного;

нижняя — с давлением воздуха ниже атмосферного;

нейтральная — с давлением воздуха, равным атмосферному.

Чем ниже расположена нейтральная зона, тем больше зона задымления (верхняя) и концентрация дыма, также возрастает риск задымления соседних помещений.

На газовый обмен влияет не только открытие наружных проемов, но и их расположение, назначение, площадь, отношение площади пола к площади горения в горящем помещении.

По расположению проемы бывают нижние и верхние, однорядные и двухрядные, по назначению — приточные, вытяжные и приточно-вытяжные.

Высота расположения нейтральной зоны в горящем помещении при газообмене через проемы, находящиеся на разной высоте (рис. 3), определяется по формуле

$$H_{н.з} = 0,5H_{пр} + h_1,$$

где $H_{н.з}$ — высота расположения нейтральной зоны, м; $H_{пр}$ — высота наибольшего приточного проема, м; h_1 — расстояние от оси приточного проема до нейтральной зоны, м:

$$h_1 = \frac{H}{\left[\left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \left(\frac{\rho_B}{\rho_{пг}} \right) \right] + 1},$$

где H — расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м; S_1, S_2 — площади приточного и вытяжного проемов соответственно, м²; $\rho_B, \rho_{пг}$ — плотность атмосферного воздуха и газообразных продуктов горения соответственно, кг/м³ [3, табл. 1.4].

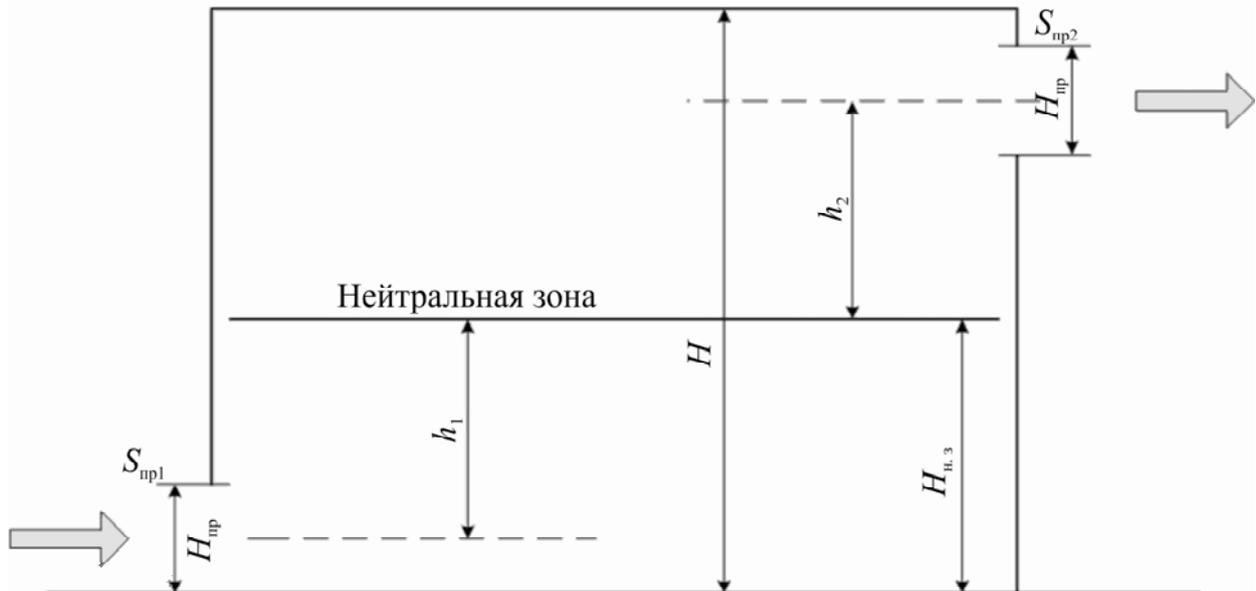


Рис. 3. Расположение нейтральной зоны при газообмене через проемы, находящиеся на разной высоте

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Чем больше расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов H , тем выше расположена нейтральная зона.
2. Нейтральная зона будет расположена ближе к тем проемам, площадь которых больше.
3. При равенстве площадей проемов и большой разнице плотности воздуха и продуктов сгорания нейтральная зона будет расположена ближе к приточному проему.

С увеличением площади вытяжных отверстий значительно увеличивается скорость газообмена. Изменяя площадь проемов, можно изменить не только расположение нейтральной зоны, но и скорость выгорания (рис. 4).

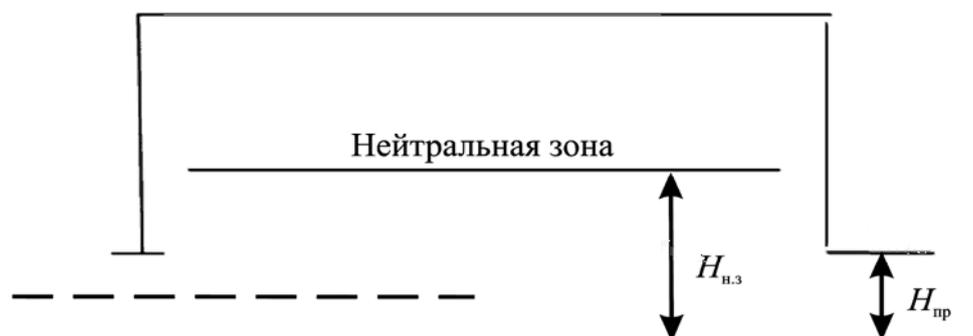


Рис. 4. Расположение нейтральной зоны при газообмене через проемы, находящиеся на одной высоте

При открытых нижних проемах, т. е. когда они являются приточно-вытяжными, расположение нейтральной зоны определяют по формуле

$$H_{н.з} = \frac{H_{пр}}{\left(\sqrt[3]{\frac{\rho_{в}}{\rho_{пг}}} \right) + 1},$$

где $H_{пр}$ — высота наибольшего проема, м; $\rho_{в}$, $\rho_{пг}$ — плотность атмосферного воздуха и газообразных продуктов горения соответственно, кг/м³ [3, табл. 1.4.]

Чтобы ограничить развитие пожара (уменьшить скорость выгорания), необходимо сократить до минимума площадь приточных отверстий, затем для снижения скорости притока воздуха и увеличения скорости вытяжки дыма следует привести площадь вентиляционных отверстий в соответствие с площадью приточных отверстий. Наиболее рациональное соотношение:

для помещений высотой до 3 м $S_1 / S_2 = 0,4 \dots 0,5$;

для помещений высотой более 3 м $S_1 / S_2 = 0,7 \dots 1,0$.

В этих случаях нейтральная зона будет находиться выше рабочей зоны.

Таким образом, при внутренних пожарах можно изменить скорость и направление газовых потоков, а также удалить дым и снизить температуру среды путем отвода тепла (с помощью распыленной струи воды, воздушно-механической пены, изменения площадей проемов и т. п.).

3.3. Параметры пожара

3.3.1. Развитие пожара

Развитие пожара — это изменение его параметров во времени и пространстве от начала возникновения до ликвидации горения.

Пожар может развиваться до его тушения (свободное развитие), а также в процессе тушения:

$$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{св}} + \tau_{\text{лок}} + \tau_{\text{лик}},$$

где $\tau_{\text{п}}$ — продолжительность пожара, мин; $\tau_{\text{св}}$ — время от начала возникновения до подачи первых средств тушения (период свободного развития), мин; $\tau_{\text{лок}}$ — время локализации пожара, мин; $\tau_{\text{лик}}$ — время ликвидации пожара, мин.

Развитие пожара зависит от ряда факторов:

1) пожарной нагрузки P , МДж/м², т. е. количества теплоты, которое может выделиться при пожаре с единицы площади пола или площади, занимаемой горючими материалами на открытой площадке:

$$P = \sum_{i=1}^K m_i \frac{q_i}{S},$$

где K — количество поверхностей внутри помещения.

Допускается также определять пожарную нагрузку $m_{\text{п. н}}$, кг/м², и по формулам

$$m_{\text{п. н}} = \frac{m_o}{S_{\text{пол}}} \text{ или } m_{\text{п. н}} = \frac{m_o}{S_{\text{уч}}},$$

где m_o — масса пожарной нагрузки, распределенная по всей площади пола помещения или участка, кг; $S_{\text{пол}}$ или $S_{\text{уч}}$ — площадь пола помещения или участка;

- 2) химических свойств и агрегатных состояний веществ;
- 3) условий передачи тепла, выделившегося при горении, и его количества;
- 4) особенностей газообмена;
- 5) конструктивного и планировочного решения здания;
- 6) метеорологических условий (снег, дождь, ветер);
- 7) скорости распространения горения и др.

3.3.2. Площадь, периметр и фронт пожара

Площадью пожара $S_{\text{п}}$ называется площадь проекции зоны горения на поверхность земли или пола помещения.

При горении конструкций небольшой толщины, расположенных вертикально (стены, перегородки), а также штабелей лесоматериалов за площадь пожара может быть принята площадь проекции поверхности горения на вертикальную плоскость. Если горение происходит на нескольких этажах здания, то общая площадь пожара определяется суммой площадей пожара на всех этажах и чердаке.

В зависимости от места возникновения горения, рода горючих материалов, объемно-планировочных решений объекта, характеристики конструкций, метеорологических условий и других факторов площадь пожара может иметь круговую, угловую или прямоугольную формы (рис. 5). Такое деление является условным и применяется для упрощения расчетов при решении задач пожарной тактики.

Круговая форма площади пожара (рис. 5, а) встречается, когда пожар возникает в глубине большого участка с пожарной нагрузкой и при относительно безветренной погоде распространяется во все стороны примерно с одинаковой линейной скоростью (склады лесоматериалов, хлебные массивы, здания и покрытия больших площадей и т. д.)

Прямоугольная форма площади пожара (рис. 5, б) встречается, когда пожар возникает на границе или в глубине длинного участка с горючей загрузкой и распространяется в одном или нескольких направлениях: по ветру с большей, против ветра с меньшей, а при относительно безветренной погоде примерно с одинаковой линейной скоростью (длинные здания небольшой ширины любого назначения и конфигурации, ряды жилых домов с подворными постройками в селе и т. д.).

Пожары в зданиях с помещениями небольших размеров принимают прямоугольную форму от начала развития горения. В конечном итоге при распространении горения пожар может принять форму данного геометрического участка.

Угловая форма площади пожара (рис. 5, в, г) характерна для пожара, который возникает на границе большого участка с пожарной нагрузкой и распространяется внутри угла при любых метеорологических условиях. Эта форма может иметь место на тех же

объектах, что и круговая. Максимальный угол площади пожара зависит от геометрической фигуры участка с пожарной нагрузкой и места возникновения горения. Чаще всего эта форма встречается на участках с углом 90 и 180°.

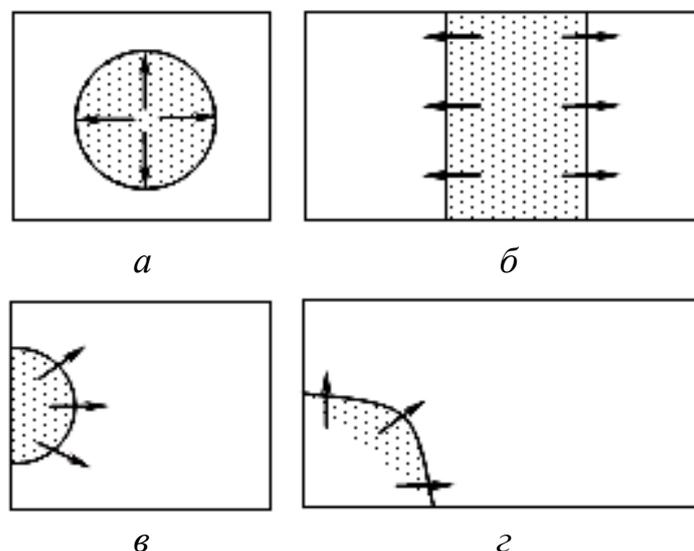


Рис. 5. Формы площади пожара: *a* — круговая; *б* — прямоугольная; *в* — угловая; *г* — угловая (секторная)

Форма площади развивающегося пожара является основной для определения:

расчетной схемы пожара;

направления ввода сил и средств и их требуемого количества для тушения пожара.

Периметр пожара $P_{\text{п}}$ — это длина внешней границы площади пожара. Данная величина имеет важное значение для оценки обстановки на пожарах, развившихся до крупных размеров, когда сил и средств для тушения всей площади в данный момент времени недостаточно.

Фронт пожара $\Phi_{\text{п}}$ — часть периметра пожара, в направлении которой происходит распространение горения. Данный параметр имеет особое значение для оценки обстановки на пожаре, определения решающего направления боевых действий и расчета сил и средств на тушение пожара.

3.3.3. Средние параметры скоростей развития пожара

Параметры скоростей развития пожара определяются следующими основными величинами:

линейной скоростью распространения горения по пожарной нагрузке $v_{\text{л}}$, м/мин;

скоростью роста (увеличения) площади пожара v_S , м²/мин;
скоростью роста периметра пожара v_P , м/мин;
скоростью роста фронта пожара v_Φ , м/мин.

Перечисленные величины определяют обстановку развития пожара и являются основой расчета сил и средств для тушения и тактических решений по их расстановке.

Основной физической величиной, определяющей поступательное перемещение горения по поверхности горящего вещества, является *линейная скорость распространения горения*, т. е. длина пути поступательного движения горения по поверхности горящего вещества в единицу времени:

$$v_{\text{л}} = L / \tau,$$

где L — путь, пройденный фронтом пожара, м; τ — расчетное время распространения горения, мин.

Обычно линейная скорость неравномерна как по времени, так и по направлению. В одном и том же направлении она также неравномерна. По времени она увеличивается с ростом температуры пожара. На одном и том же пожаре линейная скорость различна и по отдельным направлениям: на одних направлениях она может быть максимальной, на других — равной нулю. Это зависит от направления газового обмена и его скорости, расположения и горючих свойств веществ. Скорость распространения горения по вертикали всегда больше снизу вверх, чем сверху вниз. При прочих равных условиях скорость распространения горения по горизонтали меньше, чем снизу вверх, и больше, чем сверху вниз.

На практике для оценки обстановки на пожаре и расчета сил и средств пользуются средними линейными значениями скорости распространения горения, определенными на основе изучения пожаров и проведения лабораторных испытаний.

Линейная скорость зависит от свойств и агрегатного состояния горючих материалов, особенностей выделения и передачи тепла и газового обмена. Наибольшую линейную скорость имеют горючие газы (от 25 м/мин у окиси углерода до 160 м/мин у водорода).

При горении легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) скорость распространения горения по их поверхности зависит от температуры нагрева жидкости и температуры вспышки (например, при температуре 20 °С у этилового спирта она составляет 22,8 м/мин, а у толуола 50,4 м/мин).

Наименьшей линейной скоростью распространения горения обладают твердые горючие вещества, для подготовки которых требуется больше тепла, чем для жидкостей и газов (для древесины в зависимости от влажности 1...4 м/мин, торфяных плит в штабелях 0,7...1 м/мин, текстильных изделий на складах 0,3...0,4 м/мин). При отдельных видах наружных пожаров линейная скорость может достигать 400 м/мин и более (степные пожары, пожары зерновых культур и т. д. при сухой погоде и сильном ветре).

При пожарах в зданиях линейная скорость распространения пожара в одном направлении зависит от скорости газового обмена и способности горючих веществ к возгоранию.

Линейная скорость распространения горения в здании, состоящем из нескольких помещений, в целом меньше, чем в отдельных помещениях. В данном случае на скорость распространения горения оказывают влияние различные преграды (стены, перегородки, перекрытия и т. д.).

Для проведения расчетов условно принимается, что величина линейной скорости распространения горения по всем направлениям одинакова [3, табл. 1.4].

При расчетах линейную скорость принимают:

в первые 10 мин развития пожара с момента его возникновения:

$$v_{л}^{\text{расч}} = 0,5v_{л}^{\text{табл}};$$

в интервале времени между первыми 10 мин развития пожара и до введения первого ствола на тушение:

$$v_{л}^{\text{расч}} = v_{л}^{\text{табл}};$$

после введения первого ствола на тушение:

$$v_{л}^{\text{расч}} = 0,5v_{л}^{\text{табл}}.$$

Скорость роста (увеличения) площади пожара v_S , м²/мин, — это увеличение площади пожара в единицу времени:

$$v_S = \Delta S_{п} / \Delta \tau.$$

Данная величина зависит от линейной скорости распространения пожара, формы его площади и времени развития. Чем больше линейная скорость распространения горения, тем больше увеличивается площадь горения.

Скорость роста периметра пожара v_P , м/мин, — это увеличение периметра пожара в единицу времени:

$$v_P = \Delta P_{\Pi} / \Delta \tau.$$

Скорость роста фронта пожара v_{Φ} , м/мин, — это увеличение фронта пожара в единицу времени:

$$v_{\Phi} = \Delta \Phi_{\Pi} / \Delta \tau.$$

3.3.4. Определение параметров пожара

Если известна форма пожара на определенный момент времени в зависимости от геометрических размеров помещения, то можно определить параметры пожара (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Формулы для определения параметров пожара

Время	Форма площади пожара			
	круговая	угловая		прямоугольная
		угол 180°	угол 90°	
$\tau \leq 10$ мин	$S_{\Pi} = \pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)^2$ $P_{\Pi} = 2\pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$ $\Phi_{\Pi} = 2\pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$	$S_{\Pi} = 0,5\pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)^2$ $P_{\Pi} = 5,14(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$ $\Phi_{\Pi} = \pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$	$S_{\Pi} = 0,25\pi(0,5V_{\text{л}}\tau_1)^2$ $P_{\Pi} = 3,57(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$ $\Phi_{\Pi} = 0,57(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$	$S_{\Pi} = na(0,5V_{\text{л}}\tau_1)$ $P_{\Pi} = 2[a + n(0,5V_{\text{л}}\tau_1)]$ $\Phi_{\Pi} = na$
$\tau > 10$ мин, стволы на тушение не поданы	$S_{\Pi} = \pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)^2$ $P_{\Pi} = 2\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$ $\Phi_{\Pi} = 2\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$	$S_{\Pi} = 0,5\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)^2$ $P_{\Pi} = 5,14(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$ $\Phi_{\Pi} = \pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$	$S_{\Pi} = 0,25\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)^2$ $P_{\Pi} = 3,57(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$ $\Phi_{\Pi} = 1,57(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$	$S_{\Pi} = na(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)$ $P_{\Pi} = 2[a + n(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2)]$ $\Phi_{\Pi} = na$
$\tau > 10$ мин, стволы на тушение поданы	$S_{\Pi} = \pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau^2 + 0,5V_{\text{л}}^{\text{табл}}\tau_3)^2$ $P_{\Pi} = 2\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}^{\text{табл}}\tau_3)$ $\Phi_{\Pi} = 2\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}^{\text{табл}}\tau_3)$	$S_{\Pi} = 0,5\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)^2$ $P_{\Pi} = 5,14(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)$ $\Phi_{\Pi} = \pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)$	$S_{\Pi} = 0,25\pi(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)^2$ $P_{\Pi} = 3,57(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)$ $\Phi_{\Pi} = 1,57(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)$	$S_{\Pi} = na(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3),$ $P_{\Pi} = 2[a + n(5V_{\text{л}} + V_{\text{л}}\tau_2 + 0,5V_{\text{л}}\tau_3)]$ $\Phi_{\Pi} = na$

Примечание. $\tau_2 = \tau_p - 10$, где τ_p — время, на которое производится расчет, мин; $\tau_3 = \tau_p - \tau_{\text{св}}$, где $\tau_{\text{св}}$ — время свободного развития пожара, мин; n — количество направлений развития пожара; a — ширина помещения, м

Если форму пожара на расчетный момент времени определить невозможно, то его параметры определяются в следующей последовательности:

- 1) определяется путь, пройденный фронтом пожара за расчетное время;
- 2) определяется расчетная схема пожара;
- 3) в соответствии с геометрическими формулами определяются параметры пожара.

Путь L , м, пройденный фронтом пожара, находится по формуле

$$L = v_{\text{л}}\tau.$$

При $\tau \leq 10$ мин

$$L = 0,5v_{\text{л}}\tau_1;$$

при $\tau > 10$ мин, но когда стволы на тушение пожара не поданы,

$$L = 5v_{\text{л}} + v_{\text{л}}\tau_2;$$

при $\tau > 10$ мин, когда поданы стволы на тушение пожара,

$$L = 5v_{\text{л}} + v_{\text{л}}T_2 + 0,5v_{\text{л}}\tau_3.$$

Расчетная схема пожара определяется следующим образом. На плане объекта, выполненном в масштабе, откладывается величина пути, пройденного фронтом пожара от места возникновения во всех направлениях. С учетом преград и проемов в них определяется форма площади пожара, по которой определяют расчетную схему.

При определении площади пожара в здании, состоящем из нескольких сообщающихся помещений, расчет площади пожара производится отдельно для каждого помещения. В нужный момент времени площади пожара суммируются, а полученный результат фиксируется как площадь пожара на данный момент времени.

При распространении горения из одного помещения в другое, например, через дверной проем, скорость распространения горения в другом помещении принимают равной $v_{\text{л}}^{\text{таб}}$ (если общее время распространения горения с начала возникновения превышает 10 мин). При этом начальная форма площади пожара в помещении, где начинается распространение горения, обычно представляет полукруг с диаметром, равным ширине двери.

4. ОСНОВЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА

4.1. Период локализации пожара

Локализация пожара — стадия (этап) тушения пожара, на котором отсутствует или ликвидирована угроза людям и/или животным, прекращено распространение пожара и созданы условия для его ликвидации имеющимися силами и средствами.

Локализация пожара начинается с момента подачи первого (первых) ствола (стволов) на его тушение и заканчивается к моменту сосредоточения сил и средств, способных обеспечить ликвидацию пожара.

Независимо от наличия сил и средств, характера развития пожара, направления распространения огня и других условий обстановки, действия подразделений в период локализации должны быть направлены на выполнение определенных условий локализации пожара, среди которых:

1) $Q_{\text{ф}} \geq Q_{\text{тр}}$, где $Q_{\text{ф}}$ — фактическое количество ОТВ, подаваемого в единицу времени (фактический расход ОТВ), л/с, кг/с, м³/с; $Q_{\text{тр}}$ — требуемое количество ОТВ, которое необходимо подавать в единицу времени (требуемый расход ОТВ), л/с, кг/с, м³/с;

2) $v_S \leq v_S^{\text{туш}}$, где v_S — скорость роста площади пожара, м²/мин; $v_S^{\text{туш}}$ — скорость тушения площади пожара, м²/мин;

3) $I_{\text{ф}} \geq I_{\text{тр}}$, где $I_{\text{ф}}$ — количество ОТВ, которое фактически подается в единицу времени на единицу горячей поверхности (фактическая интенсивность подачи ОТВ), л/(с · м²), кг/(с · м²); $I_{\text{тр}}$ — количество ОТВ, которое требуется подавать в единицу времени на единицу горячей поверхности (требуемая интенсивность подачи ОТВ), л/(с · м²), кг/(с · м²).

Первые два условия локализации ($Q_{\text{ф}} \geq Q_{\text{тр}}$ и $v_S \leq v_S^{\text{туш}}$) являются необходимыми, но еще не достаточными, так как могут быть выполнены формально. Поэтому для обеспечения локализации пожара должно в обязательном порядке выполняться и третье условие ($I_{\text{ф}} \geq I_{\text{тр}}$).

Для того чтобы сделать вывод о возможности локализации пожара, необходимо знать, как определяются параметры, которые входят в условия локализации.

Требуемый расход ОТВ $Q_{\text{тр}}$, л/с, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{тр}} = I_{\text{тр}} S,$$

где $I_{\text{тр}}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ, л/(с · м²), л/(с · м), л/(с · м³); S — площадь поверхности, на которую осуществлялась подача ОТВ, м².

Фактический расход ОТВ $Q_{\text{ф}}$, л/с, определяется следующим образом:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{ст}} q_{\text{ст}},$$

где $N_{\text{ст}}$ — количество технических приборов подачи ОТВ; $q_{\text{ст}}$ — расход прибора подачи ОТВ, л/с.

Скорость тушения площади пожара $v_S^{\text{туш}}$, м²/с, может быть рассчитана по формуле

$$v_S^{\text{туш}} = Q_{\text{ф}} / q_{\text{уд}},$$

где $Q_{\text{ф}}$ — фактический расход ОТВ, л/с; $q_{\text{уд}}$ — количество ОТВ, которое фактически подается на горящую поверхность (удельный расход ОТВ), л/м².

Требуемая интенсивность подачи ОТВ $I_{\text{тр}}$, л/(с · м²), определяется опытным путем и с помощью расчетов при анализе потушенных пожаров. Средние величины интенсивности подачи ОТВ приведены в справочной литературе [3].

Фактическая интенсивность подачи ОТВ $I_{\text{ф}}$ может быть рассчитана по формуле

$$I_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{отв}}}{\tau_{\text{ф}} S},$$

где $Q_{\text{отв}}$ — количество ОТВ, поданного на тушение пожара, л, кг, м³; $\tau_{\text{ф}}$ — время, в течение которого подавалось ОТВ, с; S — площадь поверхности, на которую осуществлялась подача ОТВ, м².

Условия локализации зависят от следующих факторов:

- быстрого сбора подразделения по тревоге;
- правильного выбора маршрута следования подразделений на пожар;
- своевременного вызова дополнительных сил и средств;
- быстрого проведения боевого развертывания;
- правильной организации взаимодействия между подразделениями на пожаре;

грамотного решения РТП;
правильного выбора типа стволов и позиций ствольщиков;
бесперебойной подачи ОТВ под требуемым напором и умелого маневрирования струями при работе ствольщиков на занимаемых позициях;

своевременного вскрытия и разборки строительных конструкций (при открытых пожарах) с целью введения ОТВ на горящие поверхности.

Продолжительность периода локализации имеет очень важное значение для процесса тушения пожара и его последствий.

При локализации пожара (особенно наружного) большое значение имеют направление и сила ветра, так как они в такой же степени, как и излучение тепла, если не больше, способствуют распространению огня. Поэтому при локализации пожара необходимо учитывать и эти особенности.

Обычно все, что находится с подветренной стороны, трудно защитить от огня, и наоборот, все, что находится с наветренной стороны, почти всегда представляется возможным защитить от огня.

Таким образом, период локализации при тушении любого пожара зависит от конкретной обстановки на пожаре. Все действия должны быть направлены на сокращение этого периода путем непрерывного сосредоточения сил и средств и их введения на решающем, а затем уже на других направлениях.

4.2. Период ликвидации пожара

Ликвидация пожара — стадия (этап) тушения пожара, на которой прекращено горение и устранены условия для его самопроизвольного возникновения.

В связи с тем что в момент локализации пожара изменение его границ остановлено ($S_{\text{п}} = \text{const}$), именно с этого момента и начинается процесс ликвидации, т. е. уменьшения площади пожара.

Так же как и в период локализации, ликвидация пожара происходит в течение определенного промежутка времени. Этот период характеризуется решительным и непрерывным наступлением на огонь по всем направлениям, всеми силами и средствами тушения.

Продолжительность периода ликвидации зависит:
от размеров площади пожара в момент локализации;
способа тушения или защиты;
тактических данных подразделений;

объема работ, необходимых для выполнения условий ликвидации пожара, т. е. исключающих повторное возобновление горения в данном месте.

Определение продолжительности периода ликвидации пожара можно представить графически (рис. 6).

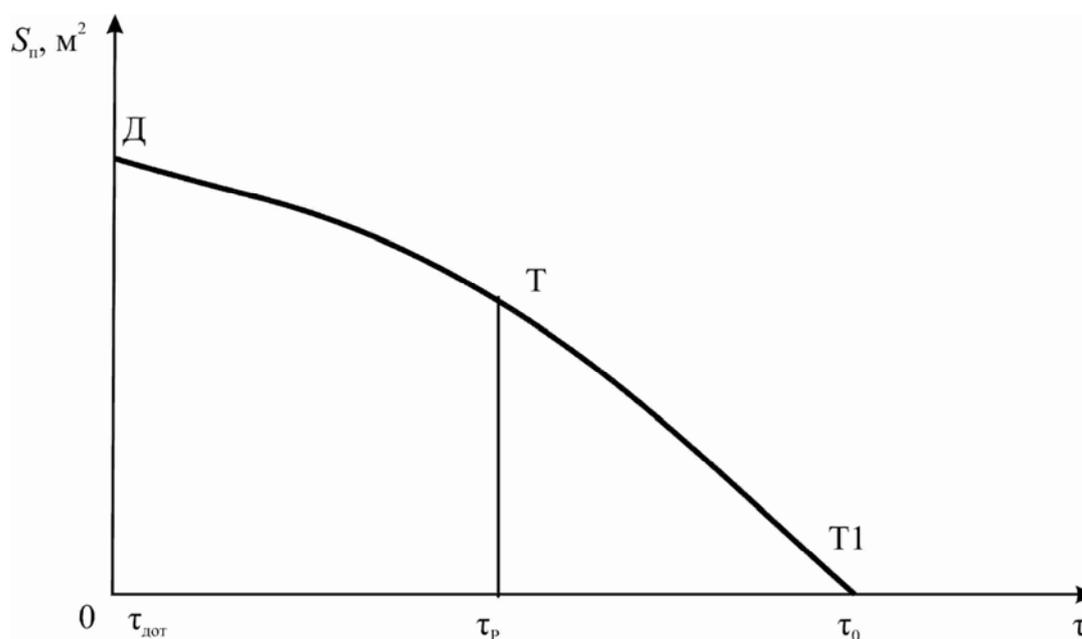


Рис. 6. График определения продолжительности периода ликвидации пожара: $\tau_{р}$ — промежуток времени, необходимый для прекращения горения на площади, охваченной огнем, мин; $\tau_{\text{дот}}$ — время дотушивания (разборка, проливка и т. д.), мин; точка D — момент локализации пожара; точка T — момент создания условий прекращения горения на поверхности, охваченной огнем; точка $T1$ — момент устранения условий самопроизвольного возникновения горения; τ_0 — время возникновения горения

Убедительным подтверждением этого графика является период окончательной ликвидации пожара нефтепродукта в резервуаре. Как известно, после выполнения достаточного условия локализации пожара в резервуаре, т. е. $I_{\phi} = I_{\text{тр}}$, пену в резервуар необходимо подавать в течение определенного времени. После ликвидации горения некоторое время продолжают охлаждать стенки резервуара. Это и будет время дотушивания.

Период ликвидации пожара может продолжаться от нескольких минут до нескольких часов. В этот период происходит постепенное уменьшение его площади, снижение температуры и концентрации дыма, сокращение объема работ по тушению пожара, поэтому с определенного момента начинается постепенное выведение сил и средств.

Необходимо отметить, что продолжительность прекращения горения τ_p сокращается при повышении интенсивности подачи ОТВ $I_{тр}$ по закону гиперболической функции (рис. 7). Однако при тушении большинства пожаров в зданиях увеличивать интенсивность, т. е. создавать неравенство, не всегда целесообразно, так как от излишне пролитой воды ущерб может быть большим, чем от огня.

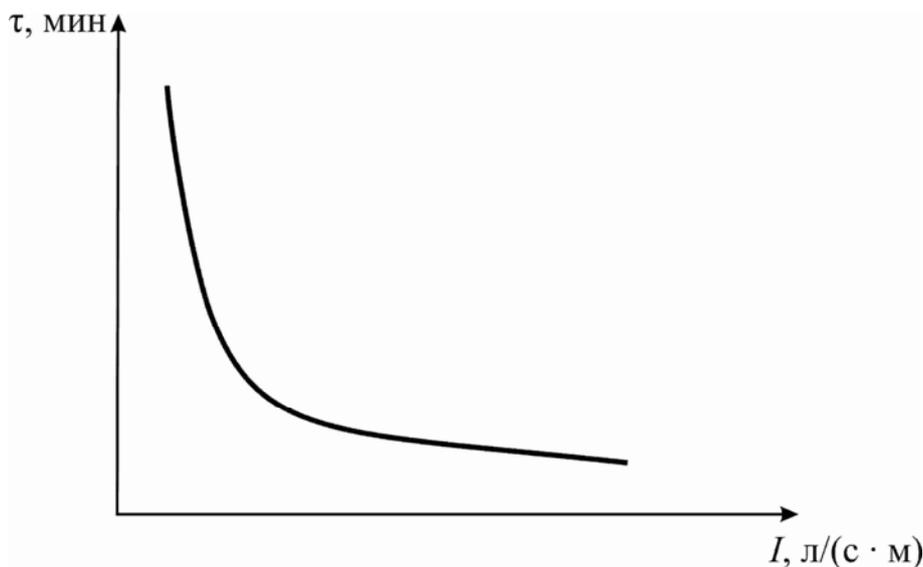


Рис. 7. Зависимость времени тушения от интенсивности подачи огнетушащего средства

На отдельных пожарах (горение нефтепродуктов в резервуарах, лесобирж, торфяных полей и т. д.) при достаточном количестве сил и средств можно стремиться к выполнению неравенства $I_{ф} \gg I_{тр}$, потому как в этом случае период τ_p будет сокращаться, что приведет к сокращению периода $\tau_{лик}$, а следовательно, и сокращению продолжительности всего процесса тушения пожара.

Время ликвидации пожара может быть рассчитано по формуле

$$\tau_{лик} = \frac{S_{лок}^п q_{уд}}{Q_{ф}},$$

где $S_{лок}^п$ — площадь пожара в момент его локализации, $м^2$; $q_{уд}$ — расчетное значение удельного расхода:

$$q_{уд} = I_{тр} \tau_p^{туш},$$

где $\tau_p^{туш}$ — время тушения пожара на расчетной площади, $л/м^2$; $Q_{ф}$ — фактический расход ОТВ на момент локализации пожара, $л/с$.

Большое влияние на успех тушения пожара оказывает способ введения и расстановки сил и средств, особенно на начальном периоде тушения. В практике работ по тушению пожаров способ введения и расстановки сил и средств, т. е. то, как РТП расставит силы (по периметру распространения пожара, или по фронту, или же по всей площади пожара), часто бывает решающим фактором, который всегда необходимо учитывать.

Таким образом, на тушение любого пожара надо подавать определенный (необходимый) расход ОТВ, для чего требуется сосредоточение определенного количества сил и средств.

4.3. Параметры тушения пожара

Площадь тушения пожара $S_{\text{туш}}$, м^2 , — это часть площади пожара, которая может быть эффективно потушена в зависимости от вида применяемых стволов.

Площадь тушения водой зависит от глубины обработки горящего участка $h_{\text{туш}}$. Практикой установлено, что по условиям тушения пожаров эффективно используется примерно третья часть длины струи, поэтому в расчетах глубину обработки горячей площади принимают для ручных стволов 5 м, а для лафетных — 10 м.

Площадь тушения пожара $S_{\text{туш}}$ в зависимости от его формы и направлений ввода стволов (по фронту или периметру пожара) определяется по нескольким формулам.

Для круговой (рис. 8) или угловой формы пожара

$$S_{\text{туш}} = k\pi(R^2 - r^2) = k\pi h_{\text{туш}}(2R - h_{\text{туш}}),$$

где k — коэффициент, учитывающий форму развития пожара (для кругового развития пожара $k = 1$; для полукругового развития пожара $k = 0,5$; для кругового развития пожара $k = 0,25$); R — радиус площади пожара, м; $r = R - h_{\text{туш}}$ — радиус площади пожара, на которую не подается вода, м.

В случае подачи стволов по периметру пожара площадь тушения определяется следующим образом:

если угол 90° и $R > 3h_{\text{т}}$, $S_{\text{туш}} = 3,57h_{\text{туш}}(R - h_{\text{т}})$;

если угол 180° и $R > 2h_{\text{т}}$, $S_{\text{туш}} = 3,57h_{\text{туш}}(1,4R - h_{\text{т}})$;

если угол 270° и $R > 2h_{\text{т}}$, $S_{\text{туш}} = 3,57h_{\text{туш}}(1,8R - h_{\text{т}})$.

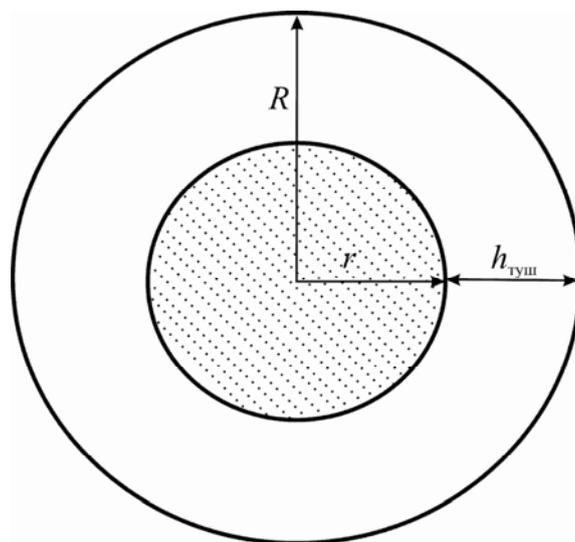


Рис. 8. Круговая форма пожара

Для прямоугольной формы пожара (рис. 9)

$$S_{\text{туш}} = 2h_{\text{туш}}a,$$

где 2 — количество ввода стволов на тушение; $h_{\text{туш}}$ — глубина тушения ствола; a — ширина или длина помещения.

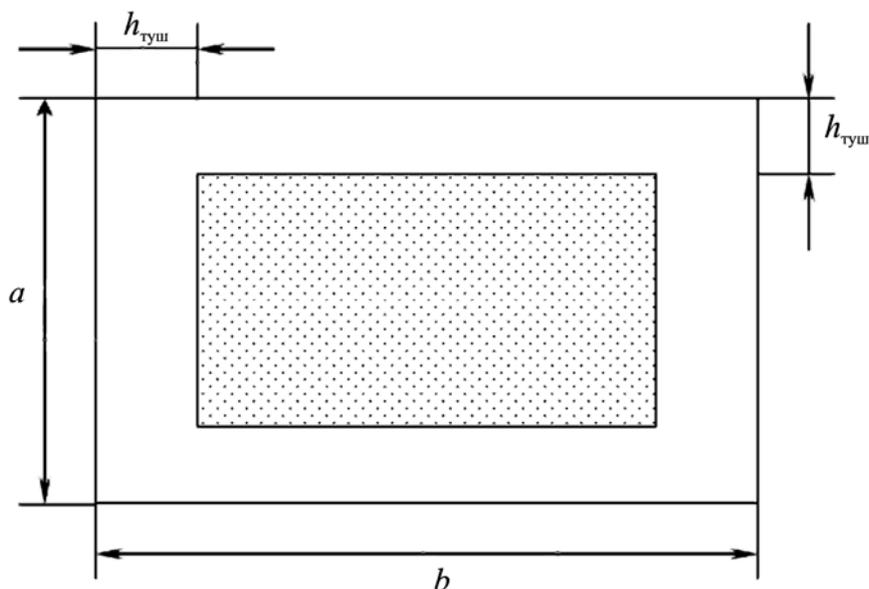


Рис. 9. Прямоугольная форма пожара

В жилых и административных зданиях с помещениями небольших размеров расчет сил и средств целесообразно проводить по площади пожара, так как средства тушения можно вводить по нескольким направлениям: изнутри со стороны лестничных клеток и снаружи через оконные проемы. Однако и в этих случаях не исключается поэтапное тушение, особенно при пожарах в зданиях с коридорной планировкой.

5. ОСНОВЫ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

5.1. Основные способы прекращения горения

Прекращение горения может быть достигнуто различными путями (табл. 3):

1) охлаждением поверхности ГЖ или твердых горючих материалов (ТГМ) ниже температуры их кипения или термического разложения, в результате чего снижается количество горючих паров и газов, поступающих в зону горения фронта пламени;

2) изоляцией зоны горения от источника горючих газов, паров и окислителя (например, герметизацией либо горящего вещества, либо объема, в котором протекает процесс горения);

3) разбавлением горючих газов, паров и окислителя, поступающих в зону горения;

4) ингибированием процессов горения, т. е. введением в исходную горючую смесь или зону горения ингибиторов радикально цепных реакций окисления.

Т а б л и ц а 3

Применение ОТВ для прекращения горения

Способ прекращения горения	Применяемые ОТВ
Охлаждение зоны горения и поверхности горящих веществ	Вода; вода со смачивателями и загустителями; водные растворы солей; твердый CO ₂ ; снег и др.
Разбавление реагирующих веществ в зоне горения	Негорючие газы (СО, N, дымовые газы); водяной пар; тонкораспыленная вода
Изоляция горящих веществ от зоны горения	Химическая и воздушно-механическая пены; огнетушащие порошковые составы; негорючие сыпучие вещества (песок, земля, шлаки и т. п.); листовые негорючие материалы и др.
Химическое торможение (ингибирование) реакций горения	Галогеноуглеводороды (хладоны); огнетушащие порошковые составы

В табл. 3 перечислены ОТВ, которые обладают одним доминирующим огнетушащим свойством и оказывают комбинированное воздействие на процесс горения. Например, вода обладает охлаждающим, изолирующим и разбавляющим действием; пена —

изолирующим и охлаждающим; порошковые составы — изолирующим и ингибирующим; хладоны — ингибирующим и разбавляющим. Поэтому одно и то же ОТВ применяется для тушения разных классов пожаров, что наглядно отражено в данной табл.

Помимо перечисленных способов, прекратить горение можно отрывом пламени, например путем увеличения линейной скорости поступления горючего вещества (газа) в пламя выше его видимой скорости распространения или же механическим срывом пламени, например сдувая его сильной струей воздуха.

Все способы тушения пожаров, а вместе с ними и ОТВ, подразделяются также на поверхностные и объемные. При поверхностном способе ОТВ подается непосредственно на поверхность горящего вещества, а при объемном с помощью ОТВ создается негорючая среда в районе очага пожара (локальное тушение) или во всем объеме помещения. Однако такое разделение весьма условно, так как многие ОТВ применяются и для поверхностного, и для объемного тушения (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Применение ОТВ для тушения пожаров

Класс пожара	Вид пожарной нагрузки	Применяемые ОТВ
А	Обычные твердые горючие материалы	Все виды ОТВ (прежде всего вода)
В	Горючие жидкости и плавающие при нагревании материалы	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галогенуглеводородов, порошки
С	Горючие газы	Газовые составы: инертные разбавители (СО ₂ , N ₂), галогенуглеводороды-ингибиторы; порошки, вода (для охлаждения)
Д	Металлы	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Хладоны, диоксид углерода, порошки

5.2. Основные характеристики ОТВ

Эффективность пожаротушения определяется многими факторами, важнейшими из которых являются: класс пожара; характер процесса горения; условия, при которых протекает горение; способ пожаротушения; вид ОТВ; конструкция аппарата пожаротушения; метеорологические условия на пожаре и др.

Основными характеристиками ОТВ являются огнетушащая эффективность, интенсивность подачи и удельный расход. Данные показатели применяются для сравнительной оценки эффективности ОТВ, при проектировании передвижных и стационарных установок пожаротушения, для нормирования и создания необходимых запасов ОТВ в пожарных частях и на защищаемых объектах, при расчете сил и средств на тушение пожара и т. д.

Огнетушащая эффективность — это минимальное количество ОТВ, расходуемое на тушение модельного очага пожара данного класса. Для объемного способа тушения огнетушащая эффективность различных ОТВ зависит от многих факторов: природы горючего вещества, условий горения, свойств ОТВ, способов его применения и т. д.

Интенсивность подачи ОТВ I — это расход ОТВ во времени на единицу защищаемой поверхности или объема. Размерность при поверхностном способе тушения — кг/(м² · с) или л/(м² · с), для объемного способа — кг/(м³ · с) или л/(м³ · с). Ранее интенсивность подачи ОТВ определялась расчетным путем на основе анализа наиболее успешно потушенных пожаров:

$$I = m_{\text{ОТВ}} / (\Pi \tau_{\text{туш}} 60),$$

где $m_{\text{ОТВ}}$ — общее количество ОТВ, израсходованного на тушение, л, кг, м³; Π — величина расчетного параметра пожара (площадь — м², объем — м³, периметр — м); $\tau_{\text{туш}}$ — время, затраченное на тушение, с.

В настоящее время оптимальные параметры подачи ОТВ определяются следующим образом. На основе результатов лабораторных и полигонных экспериментов строят график зависимости времени тушения от интенсивности подачи ОТВ I (рис. 10).

Далее по известной интенсивности и соответствующему ей времени тушения определяется удельный расход ОТВ.

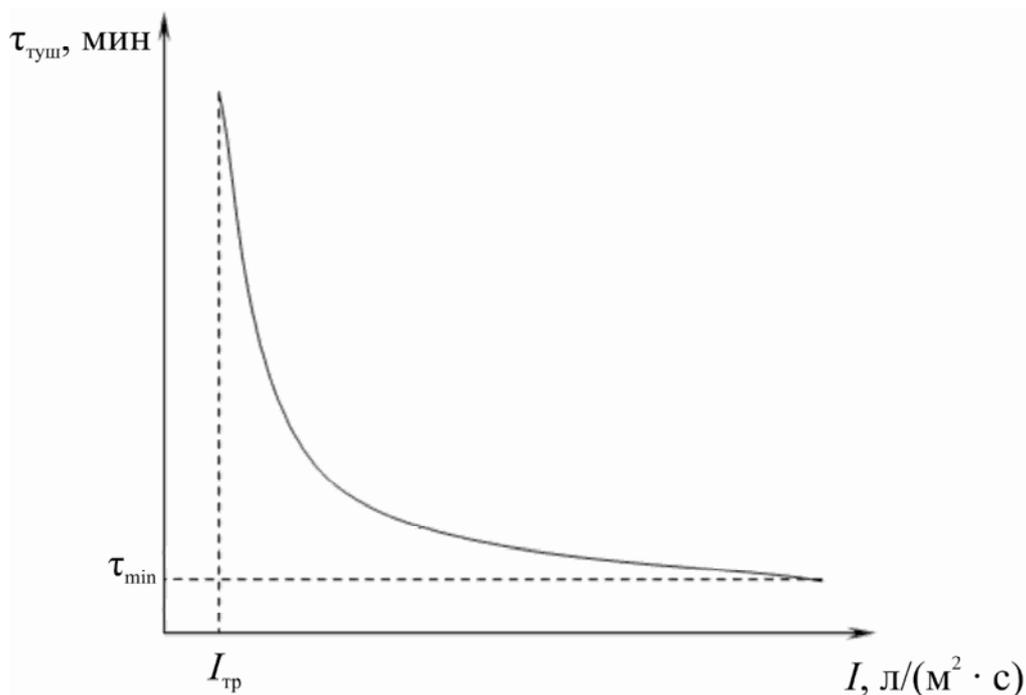


Рис. 10. Зависимость времени тушения от интенсивности подачи ОТВ

Удельный расход ОТВ q — это количество ОТВ, кг, л, которое требуется на единицу расчетного параметра пожара, м^3 , м^2 , м, для его успешного тушения:

$$q = I \tau_{\text{туш}}.$$

Удельный расход ОТВ непосредственно определяет затраты на тушение пожара, поэтому должен быть минимальным.

5.3. Исходные данные для расчета тушения пожаров ОТВ

5.3.1. Интенсивность подачи ОТВ

В качестве расчетного параметра пожара могут применяться: площадь пожара, площадь тушения, периметр пожара, фронт пожара, объем зоны горения. Следовательно, интенсивность подачи ОТВ может быть поверхностной, линейной и объемной.

Поверхностной интенсивностью подачи ОТВ $I_{\text{тр}}^S$, л/(с · м^2), называется количество огнетушащего средства, подаваемого в единицу времени на единицу площади пожара или площади тушения:

$$I_{\text{тр}}^S = \frac{m_{\text{ОТВ}}}{\tau_{\text{туш}} S_{\text{п}}} \quad \text{или} \quad I_{\text{тр}}^S = \frac{m_{\text{ОТВ}}}{\tau_{\text{туш}} S_{\text{туш}}},$$

где $S_{\text{п}}$ — площадь пожара, м^2 ; $S_{\text{туш}}$ — площадь тушения, м^2 .

Линейной интенсивностью подачи ОТВ $I_{\text{тр}}^P$, л/(с · м²), называется количество огнетушащего средства, подаваемое в единицу времени на единицу периметра или фронта пожара:

$$I_{\text{тр}}^P = \frac{m_{\text{ОТВ}}}{\tau_{\text{туш}} P_{\text{п}}} \quad \text{или} \quad I_{\text{тр}}^P = \frac{m_{\text{ОТВ}}}{\tau_{\text{туш}} \Phi_{\text{п}}},$$

где $P_{\text{п}}$ — периметр пожара, м; $\Phi_{\text{п}}$ — фронт пожара, м.

Линейная интенсивность подачи не является обязательным показателем при расчете сил и средств для тушения пожара, так как во всех случаях подача и действие огнетушащих средств осуществляются по площади пожара или тушения. Однако линейная интенсивность при расчетах не исключается.

Если известна поверхностная интенсивность подачи ОТВ, линейную интенсивность его подачи при необходимости можно определить из следующего соотношения:

$$I_{\text{тр}}^P = I_{\text{тр}}^S h_{\text{туш}}.$$

Объемной интенсивностью $I_{\text{тр}}^V$, л/(с · м³), м³/(с · м³), называется количество огнетушащего средства, подаваемое в единицу времени на единицу объема зоны горения или горящего помещения:

$$I_{\text{тр}}^V = \frac{m_{\text{ОТВ}}}{\tau_{\text{т}} V_{\text{п}}},$$

где $V_{\text{п}}$ — объем зоны горения или горящего помещения, м³.

Объемная интенсивность подачи является основным показателем при расчете сил и средств тушения пожаров воздушно-механической пеной, инертными газами, водяным паром, галоидоуглеводородами и составами на их основе.

В практических расчетах часто возникает необходимость определить интенсивность подачи ОТВ на защиту различных объектов, но в справочной литературе [3] перечень объектов ограничен — рассматриваются лишь интенсивности подачи воды на охлаждение наземных резервуаров с нефтепродуктами, металлических поверхностей трансформаторов, масляных выключателей на электростанциях и подстанциях, защиту дыхательной арматуры и коммуникаций подземных резервуаров с нефтепродуктами, орошение противопожарного занавеса в театральном-концертных помещениях.

При необходимости интенсивность подачи ОТВ на защиту определяется из соотношения

$$I_{\text{тр}}^{\text{защ}} = 0,25 I_{\text{тр}}^{\text{туш}},$$

где $I_{\text{тр}}^{\text{туш}}$ — интенсивность подачи ОТВ на тушение.

Интенсивность подачи ОТВ находится в функциональной зависимости от времени тушения пожара. Чем больше расчетное время тушения пожара, тем меньше расчетная интенсивность подачи ОТВ, и наоборот. Область интенсивности подачи от нижнего до верхнего пределов называется *областью тушения*. Все интенсивности, лежащие в этой области, могут применяться для тушения. Это дает возможность РТП широко маневрировать имеющимися в его распоряжении силами и средствами. РТП должен учитывать и тот факт, что на интенсивность подачи ОТВ оказывает влияние расположение пожарной нагрузки по высоте помещения.

В практике пожаротушения целесообразно использовать такие интенсивности подачи ОТВ, которые могут быть реализованы существующими техническими средствами подачи и обеспечивать эффективность тушения с минимальными расходами ОТВ и за оптимальное время.

5.3.2. Расход ОТВ

На основании принятой оптимальной интенсивности подачи ОТВ определяют его расход.

Расход ОТВ является одним из основных показателей в организации тушения пожара, при исследовании пожаров, расчете сил и средств для их тушения.

Различают два вида расхода ОТВ — требуемый и фактический.

Требуемый расход $Q_{\text{тр}}^{\text{общ}}$ — это весовое или объемное количество ОТВ, подаваемое в единицу времени на величину соответствующего параметра тушения пожара или защиты объекта опасности, л/с, кг/с, м³/с.

С учетом тушения пожаров и защиты объектов формула общего требуемого расхода будет иметь вид

$$Q_{\text{тр}}^{\text{общ}} = Q_{\text{тр}}^{\text{туш}} + Q_{\text{тр}}^{\text{защ}},$$

где $Q_{\text{тр}}^{\text{туш}}$ — требуемый расход ОТВ на тушение:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{туш}} = \Pi_{\text{п}} I_{\text{тр}}^{\text{туш}},$$

где $P_{п}$ — параметр пожара; $I_{тр}^{туш}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ на тушение, л/с; $Q_{тр}^{заш}$ — требуемый расход ОТВ на защиту:

$$Q_{тр}^{заш} = P_{заш} I_{тр}^{заш},$$

где $P_{заш}$ — параметр защиты; $I_{тр}^{заш}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ на защиту, л/с.

В связи с тем что в справочной литературе [3] отсутствуют данные по интенсивности подачи пены или раствора пенообразователя при тушении пожаров воздушно-механической пеной по объему, требуемый расход пены $Q_{тр}^{п}$, м³/мин, при объемном тушении определяется по формуле

$$Q_{тр}^{п} = (V_{п} K_{з}) / \tau_{р},$$

где $V_{п}$ — объем помещения, который необходимо заполнить пеной, м³; $K_{з}$ — коэффициент запаса пены, учитывающий ее разрушение и потери; $\tau_{р}$ — расчетное время тушения пожара, мин.

Различные значения расчетного времени тушения пожара в зависимости от объекта и применимого ОТВ приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Расчетное время тушения пожара

Объект	Действие по применению ОТВ	Время тушения $\tau_{р}$, мин
Газовые и нефтяные фонтаны	1-й этап — подготовка к тушению: охлаждение оборудования, металлоконструкций вокруг скважины, прилегающей территории, орошение фонтана, тушение очагов горения вокруг скважин	60
	2-й этап — непосредственное тушение принятым способом (с продолжением операций первого этапа):	
	закачкой воды в скважину	5
	водяными струями	60
	газоводяными струями	15
	3-й этап — охлаждение устья скважины и орошение фонтана	60

Объект	Действие по применению ОТВ	Время тушения τ_p , мин
Жилые административные и другие здания	Тушение водой	10...20
Кабельные туннели электростанций и подстанций, подвалы и другие заглубленные помещения	Объемное тушение пеной	10...15
Нефтеналивные танки, машинно-котельное отделение, трюмы и надстройки судов	Тушение пеной	15
Объекты с наличием каучука, резины и изделий из них	Тушение водой	50...60
Объекты с наличием пластмасс и изделий из них	Тушение водой	20...30
Подвалы, насосные станции помещения повышенной герметичности и пожарной опасности	Объемное тушение инертными газами, водяным паром, огнетушащими составами	2...3
Резервуарные парки с ЛВЖ и ГЖ	Тушение:	
	воздушно-механической пеной	15
	огнетушащим порошковым составом	0,5
	распыленной водой	1
Технологические установки по переработке нефти и нефтепродуктов	Тушение воздушно-механической пеной	30

Коэффициент запаса пены K_3 зависит от сложности планировки помещения, температуры в помещении, наличия в нем предметов, нагретых до высокой температуры, и ряда других факторов. В конкретных условиях с учетом указанных выше факторов, этот коэффициент, а также расчетное время запаса τ_3 , ч, принимаются согласно табл. 6.

По требуемому расходу оценивается необходимая скорость сосредоточения ОТВ, условия локализации пожара и определяется необходимое количество технических приборов тушения (водяных и пенных стволов, пеногенераторов и др.).

Т а б л и ц а 6

Запас ОТВ, учитываемый при расчете сил и средств для тушения пожаров

Объект	Применяемое ОТВ	Коэффициент запаса K_3 от расчетного количества на тушение	Расчетное время запаса τ_3 , ч
Большинство пожаров	Вода на период тушения	5	—
	Вода на период дотушивания (разборка конструкций, проливка мест горения и т. д.)	—	3
Пожары, для объемного тушения которых применяют	Диоксид углерода	1,25	—
	Галлоидоуглеводороды	1,3	—
Пожары на судах	Пенообразователь для тушения в МКО, трюмах и надстройках	3	—
Пожары нефти и нефтепродуктов в резервуарах	Пенообразователь	3	—
	Вода для тушения пеной	5	—
	Вода для охлаждения наземных резервуаров: передвижными средствами	—	6
	стационарными	—	3
	Вода на охлаждение подземных резервуаров	—	3
Пожары на технологических установках по переработке нефти и нефтепродуктов	Пенообразователь	3	—
Пожары в подвалах и других заглубленных помещениях при объемном тушении пеной средней и высокой кратности	Пенообразователь	2...3	—

Фактический расход ОТВ $Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}$, л/с, — это весовое или объемное количество огнетушащего средства, фактически подаваемое в единицу времени на величину соответствующего параметра тушения пожара или защиты объекта от опасности с учетом характеристики технических приборов подачи.

Фактический расход определяется по формуле

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = Q_{\text{ф}}^{\text{туш}} + Q_{\text{ф}}^{\text{защ}},$$

где $Q_{\text{ф}}^{\text{туш}}$ — фактический расход ОТВ на тушение:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{туш}} = N_{\text{приб}}^{\text{туш}} q_{\text{приб}},$$

где $N_{\text{приб}}^{\text{туш}}$ — количество технических приборов, обеспечивающих подачу ОТВ на тушение; $q_{\text{приб}}$ — расход технических приборов, обеспечивающих подачу ОТВ на тушение, л/с; $Q_{\text{ф}}^{\text{защ}}$ — фактический расход ОТВ на защиту:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{защ}} = N_{\text{приб}}^{\text{защ}} q_{\text{приб}},$$

где $N_{\text{приб}}^{\text{защ}}$ — количество технических приборов, обеспечивающих подачу ОТВ на защиту.

По фактическому расходу оценивают действительную скорость сосредоточения ОТВ и условия локализации пожара по сравнению с требуемым расходом, определяют необходимое количество пожарных машин основного назначения, обеспеченность объекта водой для целей пожаротушения.

5.3.3. Необходимый запас ОТВ на тушение и защиту

Необходимый запас ОТВ $G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}}$, л, — это весовое или объемное количество ОТВ, которое должно быть сосредоточено на месте пожара для обеспечения его тушения и защиты негорящих объектов с учетом запаса. Необходимый запас ОТВ при ликвидации пожаров и защите объектов с использованием воды рассчитывают по формуле:

$$G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}} = Q_{\text{ф}}^{\text{туш}} \tau_{\text{р}} K_3 60 + Q_{\text{ф}}^{\text{защ}} \tau_{\text{защ}} 3600,$$

где $Q_{\text{ф}}^{\text{туш}}$ — фактический расход воды на тушение, л/с; $\tau_{\text{р}}$ — расчетное время тушения, мин; K_3 — коэффициент запаса воды для тушения пожара; $Q_{\text{ф}}^{\text{защ}}$ — фактический расход воды на защиту, л/с; τ_3 — время, на которое предусматривается запас воды на защиту, ч.

Необходимый запас воды при тушении пеной и защите объекта водой определяется по той же формуле, что и при тушении водой, однако расход приборов подачи пены принимается «по воде».

При тушении негорючими газами, галоидоуглеводородами, порошками, пеной и другими огнетушащими средствами необходимый запас ОТВ (газа, порошка, пенообразователя) $G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}}$, л, определяется по формуле

$$G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}} = N_{\text{приб}}^{\text{туш}} q_{\text{приб}}^{\text{ОТВ}} \tau_p K_3 60,$$

где $q_{\text{приб}}^{\text{ОТВ}}$ — расход прибора подачи по огнетушащему веществу (пенообразователю, газу, порошку и т. д.), л/с (кг/с; м³/с).

В случае тушения пожара газами или порошками запас воды на защиту определяется следующим образом:

$$G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}} = N_{\text{ств}}^{\text{защ}} q_{\text{ств}}^{\text{защ}} \tau_{\text{защ}} 3600.$$

По необходимому запасу ОТВ определяют их необходимое количество на ликвидацию пожара, проверяют обеспеченность объекта водой при наличии пожарных водоемов, разрабатывают соответствующие мероприятия по организации тушения пожара.

5.3.4. Удельный расход ОТВ

Удельный расход ОТВ $q_{\text{уд}}^{\text{тр}}$, л/м², — это его расход на расчетный параметр пожара за все время тушения:

$$q_{\text{уд}} = Q^{\text{ОТВ}} / \Pi_{\text{п}}, \text{ л/м}^2.$$

Требуемый удельный расход $q_{\text{уд}}^{\text{тр}}$, л/м², определяется по формуле

$$q_{\text{уд}}^{\text{тр}} = I_{\text{тр}} \tau_p,$$

где τ_p — время тушения пожара на расчетной площади, мин (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

*Средние значения расчетного времени тушения
в зависимости от расчетной площади тушения*

Расчетная площадь тушения $S_{\text{т}}$, м ²	Расчетное время тушения τ_p , мин	Расчетный удельный расход воды $q_{\text{уд}}$, л/м ²
< 200	5...10	300...600
> 200 < 600	10...15	600...900
> 600	15...30	900...1500

Фактический удельный расход ОТВ, которой подается к поверхности горящего материала, $q_{уд}^{\phi}$, л/м², представляет собой сумму необходимого удельного расхода q_n и удельного расхода потерь $q_{пот}$:

$$q_{уд}^{\phi} = q_n + q_{пот}.$$

Величина необходимого удельного расхода зависит от многих факторов: физико-химических свойств горящего материала, интенсивности тепловыделения, пожарной нагрузки, времени свободного горения, вида пожара, типа ОТВ и др. При пожаре в помещении, особенно на ранней стадии его развития, в первые 10...20 мин примерно 40...80 % выделяющейся тепловой энергии расходуется на нагрев оборудования и ограждающих конструкций. Поэтому процесс тушения пожара сводится не только к прекращению пламенного горения, но и к охлаждению горящих конструкций, оборудования, пожарной нагрузки и газов, находящихся в объеме помещения до безопасных температур (порядка 50...60 °С) с целью исключения распространения пожара в смежные помещения, а также вероятности повторного воспламенения горючего материала.

С позиций теплового баланса на внутреннем пожаре необходимый удельный расход можно определить следующим образом (при этом необходимо принять, что за время свободного развития и тушения пожара выгорает примерно 50 % пожарной нагрузки, а подаваемая на тушение вода полностью идет на охлаждение ограждающих конструкций, нагретых газов и пожарной нагрузки):

$$q_n = (0,5P(0,4 - 0,8) Q_n^p) / Q_b,$$

где P — пожарная нагрузка в помещении, кг/м²; Q_n^p , — низшая теплота сгорания горючего материала, кДж/кг; Q_b — количество тепла, поглощаемое 1 кг воды при полном ее испарении, кДж/кг.

Причинами удельного расхода потерь могут быть:

влияние на отклонение и распыление струй подаваемого ОТВ конвективных потоков и ветра на пожаре;

неблагоприятные условия для эффективной работы ствольщиков (плохая видимость, высокая интенсивность теплового излучения, не позволяющая ствольщику близко подойти к месту горения и др.);

разрушение огнетушащих средств под влиянием высокой температуры.

5.3.5. *Время тушения пожара*

В практических расчетах часто необходимо учитывать расчетное и фактическое время тушения пожара.

Расчетное (нормальное) время тушения пожара — это оптимально установленный период непосредственного тушения пожара при заданной интенсивности подачи огнетушащего средства без учета времени дотушивания.

В отдельных случаях (например, при тушении нефтепродуктов в резервуарах, газонефтяных фонтанов и др.) это время совпадает с фактическим временем тушения пожара, т. е. периодом от начала подачи огнетушащих средств до момента полного прекращения горения.

Если при заданной интенсивности подачи огнетушащего средства за расчетное время пожар не ликвидирован, то интенсивность подачи повышается (за счет введения дополнительного количества технических приборов подачи), а попытка тушения пожара повторяется. В необходимом случае применяют другое огнетушащее средство и, соответственно, другие способы и приемы прекращения горения.

Расчетное время тушения определяют опытным путем с учетом анализа потушенных пожаров. Оно указывается в руководящих документах по пожаротушению. В тех случаях, когда для тушения одного и того же пожара имеется предел времени, для расчета сил и средств тушения принимается наибольшее значение расчетного времени (т. е. наихудшие условия).

Фактическое время тушения пожара — это период от начала локализации (подачи огнетушащего средства) до полной ликвидации пожара:

$$\tau_{\text{ф}} = \tau_{\text{лок}} + \tau_{\text{лик}} = \tau_{\text{лок}} + \tau_{\text{р}} + \Delta\tau,$$

где $\tau_{\text{ф}}$ — фактическое время тушения пожара, мин; $\tau_{\text{р}}$ — расчетное время тушения, мин; $\Delta\tau$ — время дотушивания пожара (разборки конструкций, проливки и т. д.), мин.

При расчетах, проводимых заблаговременно, время дотушивания $\Delta\tau$ принимается с учетом оперативно-тактической характеристики объекта, размеров возможного пожара, объема предполагаемых работ по разборке конструкций и других факторов.

Для определения необходимых показателей при анализе потушенных пожаров и огневых опытов (параметров, характеризующих развитие пожара, фактических расходов огнетушащих средств за время тушения пожара, интенсивности подачи, скорости сосредоточения огнетушащего средства) фактическое время определяют по диспетчерским и другим оперативно-служебным документам, содержащим информационные и отчетные данные о тушении пожаров и проведении опытов.

5.4. Основы расчета тушения пожаров различными ОТВ

Количество приборов подачи ОТВ определяется различными способами:

1. По расходу огнетушащего вещества:

$$N_{\text{приб}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{приб}} = I_{\text{тр}} \Pi_{\text{п}} / q_{\text{приб}},$$

где $Q_{\text{тр}}$ — требуемый расход ОТВ, л/с; $q_{\text{приб}}$ — расход прибора подачи ОТВ, л/с; $I_{\text{тр}}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ в зависимости от параметра пожара, л/(с · м²), л/(с · м); $\Pi_{\text{п}}$ — параметр пожара (площадь пожара, площадь тушения, периметр пожара, площадь защиты).

2. По параметру тушения (защиты) одним прибором:

$$N_{\text{приб}} = \Pi_{\text{т}}(\Pi_{\text{з}}) / \Pi_{\text{приб}}^{\text{т(з)}},$$

где $\Pi_{\text{т}}(\Pi_{\text{з}})$ — параметры тушения (защиты) пожара (площадь тушения, периметр, фронт тушения, площадь защиты и т. д.), м², м; $\Pi_{\text{приб}}^{\text{т(з)}}$ — параметр тушения (защиты) одним прибором (площадь тушения одним стволом, периметр тушения одним стволом, площадь защиты одним стволом и т. д.), м², м:

$$\Pi_{\text{приб}}^{\text{т(з)}} = q_{\text{приб}} / I_{\text{тр}}^{\text{т(з)}}.$$

3. При тушении пеной средней кратности по объему:

$$N_{\text{ГПС}} = V_{\text{п}} K_{\text{з}} / q_{\text{ГПС}}^{\text{п}} \tau_{\text{р}},$$

где $V_{\text{п}}$ — объем помещения, которое необходимо заполнить пеной, м³; $K_{\text{з}}$ — коэффициент запаса пены, учитывающий ее разрушение ($K = 1,5 \dots 3$); $q_{\text{ГПС}}^{\text{п}}$ — производительность ГПС по пене, м³/мин; $\tau_{\text{р}}$ — расчетное время тушения, мин.

4. Определение объема, в котором можно потушить пожар одним ГПС:

$$V_{\text{ГПС}}^{\tau} = (q_{\text{ГПС}}^{\text{п}} \tau_{\text{р}}) / K_3,$$

где $q_{\text{ГПС}}^{\text{п}}$ — производительность ГПС по пене, м³/мин; $\tau_{\text{р}}$ — расчетное время тушения, мин; K_3 — коэффициент запаса пены, учитывающий ее разрушение.

5. Определение количества автомобилей, необходимых для доставки ОТВ:

$$N_{\text{а}} = G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}} / P_{\text{ОТВ}},$$

где $G_{\text{общ}}^{\text{ОТВ}}$ — необходимый запас ОТВ для обеспечения тушения пожара, л, кг, м³; $P_{\text{ОТВ}}$ — запас ОТВ, вывозимый одним автомобилем, л, кг, м³.

Таким образом, расчеты по тушению пожаров различными ОТВ используются для определения необходимого количества сил и средств для тушения пожара.

Список рекомендованной литературы

1. Приказ МВД РФ «Об утверждении нормативных правовых актов в области организации деятельности государственной противопожарной службы (боевой устав пожарной охраны)» от 05.07.1995 г. № 257.

2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 18.11.1994 г. № 69-ФЗ (ред. 30.11.2011).

3. *Иванников В. П., Ключ П. П.* Справочник руководителя тушения пожара. — М. : Стройиздат, 1987. — 288 с.

4. Приказ МЧС России «Об утверждении порядка тушения пожара подразделениями пожарной охраны» от 31.03.2011 г. № 156.

5. Правила охраны труда в подразделениях ГПС МЧС России, утв. МЧС России 31.12.2002 г. № 630.

6. Программа подготовки личного состава подразделений ГПС МЧС России, утв. МЧС России 29.12.2003.

7. Рекомендации по особенностям ведения боевых действий и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров на различных объектах, утв. ГУГПС МВД России 02.06.2000 г. № 20/31/2042.

8. *Повзик, Я. С.* Пожарная тактика / Я. С. Повзик, П. П. Ключ, А. М. Матвейкин. — М. : Стройиздат, 1990. — 335 с.

9. *Повзик Я. С.* Пожарная тактика / Я. С. Повзик — М. : Спецтехника, 2004. — 411 с.

10. *Теребнев В. В.* Управление силами и средствами на пожаре / В. В. Теребнев, А. В. Теребнев. — М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2003. — 260 с.

11. Пожарно-строевая подготовка / В. В. Тербнев, В. А. Грачев, А. В. Подгрушный, А. В. Тербнев. — М. : ИБС-ХОЛДИНГ, 2004. — 350 с.

12. *Тербнев В. В.* Организация службы начальника караула пожарной части / В. В. Тербнев, В. А. Грачев, А. В. Тербнев. — М. : ИБС-ХОЛДИНГ, 2005. — 230 с.

13. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами па пожаре : учебное пособие / В. В. Тербнев, В. В. Тербнев, А. В. Подгрушный, В. Л. Грачев. — М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2004. — 288 с.

Учебное издание

Клименти Николай Юрьевич

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА

Курс лекций

В двух частях
Часть 1

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
Зав. редакцией *О. А. Шипунова*
Редактор *Н. Э. Фотина*
Компьютерная правка и верстка *Н. А. Каширина*

Подписано в свет 13.12.2013.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 3,0. Объем данных 4,09 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru