

## Понятие о пожаре

### Термины, определения и опасные факторы пожара

В зависимости от характеристики горючей среды или горящего объекта пожары подразделяются на следующие классы и подклассы:

Таблица 8.1

Класс	Характеристика класса	Подкласс	Характеристика подкласса
А	Горение твердых веществ	А1	сопровождается тлением (древесина, бумага, текстиль)
		А2	без тления (пластмасса, каучук)
В	Горение жидких веществ	В1	нерастворимых в воде (бензин, нефтепродукты и др.)
		В2	растворимых в воде (спирты, ацетон и др.)
С	Горение газов	-	бытовой газ, водород, аммиак, пропан и др.
D	Горение металлов и металлосодержащих веществ	D1	легких металлов (Al, Mg и их сплавов)
		D2	щелочных металлов
		D3	металлосодержащих веществ (металлорганика, гидриды металлов пар.)
(E)	Горение электроустановок	-	электроизоляционные материалы оборудования под напряжением

Пожар – неконтролируемое горение, приводящее к ущербу.

Горючесть – способность веществ и материалов к развитию горения.

Все вещества и материалы обладают определенной горючестью.

Горение – экзотермическая реакция окисления вещества, сопровождающаяся, по крайней мере, одним из трех факторов: пламенем, свечением, выделением дыма.

Каждый пожар сопровождается опасным фактором.

Опасный фактор пожара – фактор пожара, воздействие которого на людей и (или) материальные ценности может привести к ущербу.

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности, являются:

пламя и искры;

повышенная температура окружающей среды;

токсичные продукты горения и термического разложения;

дым;

пониженная концентрация кислорода.

Предельные значения опасных факторов пожара:

Температура среды..... 70 °С

Тепловое излучение..... 500 Вт/м<sup>2</sup>

Содержание оксида углерода..... 0,1% (об.)

Содержание диоксида углерода ..... 6% (об.)

Содержание кислорода..... менее 17% (об.)

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара, воздействующим на людей и материальные ценности, относятся:

осколки, части разрушающихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкции;

радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;

электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкции, аппаратов, агрегатов; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; огнетушащие вещества.

Каждый пожар, как правило, сопровождается дымообразованием.

Коэффициент дымообразования – только для твердых – показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или термоокислительной деструкции (тлении) определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний.

Различают 3 группы материалов по дымообразующей способности:

Группы материалов по дымообразующей способности	Коэффициент дымообразования м <sup>2</sup> /кг (м <sup>3</sup> /кг)
Малая	до 50 вкл (до 10 вкл.)
Умеренная	свыше 50 до 500 вкл. (св 10 до 100 вкл.)
Высокая	свыше 500 (свыше 100)

У материалов с умеренной дымообразующей способностью количество дыма, когда человек теряет способность ориентироваться, меньше или равно количеству продуктов горения, при котором возможно смертельное отравление. Поэтому вероятность потери видимости в дыму выше вероятности отравления.

Примеры дымообразующей способности строительных материалов при тлении (горении), м<sup>2</sup>/кг (м<sup>3</sup>/кг):

Древесное волокно (береза, осина) – 62 (20)

Декоративный бумажно-слоистый пластик – 75 (6)

Фанера марки ФСФ – 140 (30)

ДВП, облицованная пластиком – 170 (25)

Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50% подопытных животных.

Сущность метода заключается в сжигании исследуемого материала в камере сгорания и выявлении зависимости летального эффекта газообразных продуктов горения от массы материала (в граммах), отнесенной к единице объема (1 м<sup>3</sup>) экспозиционной камеры.

Классификация материалов приведена в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Класс опасности	Показатель токсичности, г/м <sup>3</sup> , при времени экспозиции, мин			
	5	15	30	60

Чрезвычайно опасные	До 25*	До 17	До 13	До 10
Высокоопасные	25-70	17-50	13-40	10-30
Умеренноопасные	70-210	50-150	40-120	30-90
Малоопасные	Св. 210	Св. 150	Св. 120	Св. 90

\* Для материалов чрезвычайно опасных по токсичности масса не превышает 25 грамм, чтобы создать смертельную концентрацию в объеме 1 м<sup>3</sup> за время 5 мин. Соответственно, за время 15 мин – до 17; 30 мин – до 13; 60 мин – до 10 грамм.

Например: сосна Дугласа – 21; виниловая ткань – 19; поливинилхлорид – 16; пенополиуретан эластичный – 18 (жесткий – 14) г/м<sup>3</sup> при времени экспозиции 15 мин.

## 8.2 Общие сведения о горении

Все горючие (сгораемые) вещества содержат углерод и водород, – основные компоненты газовой смеси, участвующие в реакции горения. Температура воспламенения горючих веществ и материалов различна и не превышает для большинства 300°С.

Горение веществ и материалов возможно только при определенном количестве кислорода в воздухе. Содержание кислорода, при котором исключается возможность горения различных веществ и материалов, устанавливается опытным путем. Так, для картона и хлопка самозатухание наступает при 14% (об.) кислорода, а полиэфирной ваты – при 16% (об.).

Необходимым условием воспламенения горючей смеси являются источники зажигания. Источники зажигания подразделяются на открытый огонь, тепло нагревательных элементов и приборов, электрическую энергию, энергию механических искр, разрядов статического электричества и молнии, энергию процессов саморазогревания веществ и материалов (самовозгорание) и т.п.

Характерные параметры источников зажигания:

Температура разряда молнии – 30000 °С при силе тока 200000 А и времени действия около 100 мкс. Энергия искрового разряда вторичного воздействия молнии превышает 250 мДж и достаточна для воспламенения горючих материалов с минимальной энергией зажигания до 0,25 Дж. Энергия искровых разрядов при заносе высокого потенциала в здание по металлическим коммуникациям достигает - значений 100 Дж и более, что достаточно для воспламенения всех горючих материалов.

Поливинилхлоридная изоляция электрического кабеля (провода) воспламеняется при кратности тока короткого замыкания более 2,5.

Температура сварочных частиц и никелевых частиц ламп накаливания достигает 2100°С. Температура капель при резке металла 1500°С. Температура дуги при сварке и резке достигает 4000°С.

Зона разлета частиц при коротком замыкании при высоте расположения провода 10 м колеблется от 5 (вероятность попадания 92%) до 9 (вероятность попадания 6%) м; при расположении провода на высоте 3 м – от 4 (96%) до 8 м (1%); при расположении на высоте 1 м – от 3 (99%) до 6 м (6%).

Максимальная температура, °С, на колбе электрической лампочки

накаливания зависит от мощности: 25 Вт – 100 °С, 40 Вт – 150 °С, 75 Вт – 250 °С; 100 Вт – 300 °С, 150 Вт – 340 °С; 200 Вт – 360 °С, 750 Вт – 370 °С.

Искры статического электричества, образующегося при работе с движущимися диэлектрическими материалами, достигают величин от 2,5 до 7,5 мДж.

Температура пламени (тления) и время горения (тления), °С (мин): тлеющей папиросы – 320-410 (2-2,5); тлеющей сигареты – 420-460 (26-30); горящей спички – 620-640 (0,33).

Для искр печных труб, котельных, труб паровозов и тепловозов, а также других машин, костров установлено, что искра диаметром 2 мм пожароопасна, т.к. имеет температуру около 1000 °С, диаметром 3 мм – 800 °С, диаметром 5 мм – 600 °С.

### **8.3 Развития пожара и его зоны**

Развитие пожара зависит от физико-химических свойств горящего материала; пожарной нагрузки, под которой понимается масса всех горючих и трудногорючих материалов, находящихся в горящем помещении; скорости выгорания пожарной нагрузки; газообмена очага пожара с окружающей средой и с внешней атмосферой и т.п.

Общие схемы развития пожара включают несколько основных фаз (экспериментальные данные для помещения размером 5х4х3 м, отношением площади оконного проема и площади пола 25%, пожарной нагрузкой 50 кг/м<sup>2</sup> – древесные бруски):

I фаза - начальная стадия, включающая переход возгорания в пожар (1-3 мин) и рост зоны горения (5-6 мин).

В течение первой фазы происходит преимущественно линейное распространение огня вдоль горючего вещества или материала. Горение сопровождается обильным дымовыделением, что затрудняет определение места очага пожара. Среднеобъемная температура повышается в помещении до 200 °С (темп увеличения средне-объемной температуры в помещении около 15°С в 1 мин). Приток воздуха в помещение увеличивается. Поэтому очень важно в это время обеспечить изоляцию помещения от наружного воздуха (не рекомендуется открывать или вскрывать окна и двери в горящее помещение. В некоторых случаях, при достаточном обеспечении герметичности помещения, наступает самозатухание пожара) и вызвать пожарные подразделения. Если очаг пожара виден, необходимо по возможности принять меры к тушению пожара первичными средствами пожаротушения.

Продолжительность I фазы составляет 2-30% продолжительности пожара.

II фаза – стадия объемного развития пожара.

Температура внутри помещения поднимается до 250-300 °С, начинается объемное развитие пожара, когда пламя заполняет весь объем помещения, и процесс распространения пламени происходит уже не поверхностно, а дистанционно, через воздушные разрывы. Разрушение

остекления через 15-20 мин от начала пожара. Из-за разрушения остекления приток свежего воздуха резко увеличивает развитие пожара. Темп увеличения среднеобъемной температуры – до 50 °С в 1 мин. Температура внутри помещения повышается до 800-900 °С.

Стабилизация пожара происходит на 20-25 минуте от начала пожара и продолжается 20-30 мин.

III фаза – затухающая стадия пожара.

Пространство, в котором происходят пожар и сопровождающие его явления, можно разделить на три отдельные, но взаимосвязанные зоны: горения, теплового воздействия и задымления.

**Зона горения** представляет собой часть пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ к горению (испарение, разложение) и их горение. Она включает в себя объем паров и газов, ограниченный топким слоем пламени и поверхностью горящих веществ, с которой пары и газы поступают в объем зоны. Иногда зона горения, кроме указанного, ограничивается также конструктивными элементами здания, стенками резервуара, аппарата и т.д. Хотя реакция горения паров и газов протекает в топком светящемся слое пламени, представляющем поверхность горения, будем в дальнейшем для удобства расчетов под поверхностями горения понимать поверхность жидких и твердых горящих веществ, с которых в результате испарения или разложения выделяются в зону горения пары и газы.

На рис. 8.1а показана зона горения, когда часть ее располагается за пределами здания. Здесь объем зоны горения ограничен поверхностью горения дров, расположенных на полу помещения, несгораемыми стенами и перекрытием помещения и поверхностью пламени за окном помещения и у окна в нижней его части. Находящиеся внутри помещения пары и газы, выделившиеся при разложении дров, также входят в объем зоны горения. Такое положение зоны горения бывает, когда скорость выделения продуктов разложения большая, а подвод воздуха ограничен и продукты разложения имеют возможность соприкоснуться с ним за пределами здания и частично около оконного проема в нижней части помещения. На рис. 8.1б показана зона горения жидкости в резервуаре. Здесь также объем зоны горения ограничен поверхностью горения жидкости, стенками резервуара и поверхностью пламени. Так как в резервуарах горение паров жидкости происходит в турбулентном потоке и пламя не имеет постоянной формы, то поверхность его принимается, как и у пламени в ламинарном потоке.

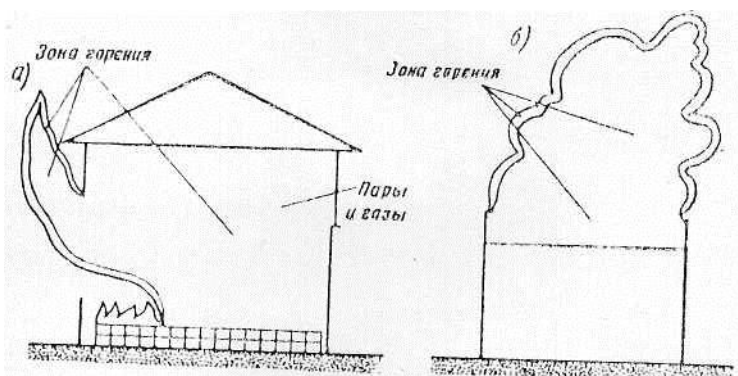


Рис. 8.1. Зона горения при гомогенном (пламенном) горении  
 а – открытый пожар в здании; б – горение жидкости в резервуаре

При горении фонтанов жидкости или газа объем зоны горения ограничен поверхностью пламени.

Зона горения твердых веществ, горящих без пламени (тлеющих), например хлопка, кокса, войлока и торфа, представляет горящий объем их, ограниченный еще не горящим веществом.

Площадь проекции поверхности горения твердых и жидких веществ и материалов на поверхность земли или пола помещения называется площадью пожара (рис. 8.2)

При горении одиночной конструкции небольшой толщины, расположенной вертикально (перегородка), за площадь пожара можно принимать площадь проекции поверхности горения на вертикальную плоскость. При внутренних пожарах в многоэтажных зданиях общая площадь пожара находится как сумма площадей пожара всех этажей.

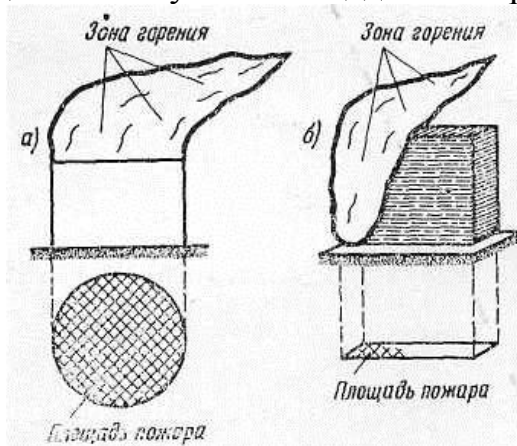


Рис. 8.2. Зона горения и площадь пожара

а – при пожаре жидкости в резервуаре; б – при пожаре штабеля пиломатериалов;

**Зоной теплового воздействия** называется часть пространства, примыкающая к зоне горения, в которой тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций и делает невозможным пребывание людей без тепловой защиты (теплозащитные костюмы, щиты, водяные завесы и др.).

Выделяющееся при горении тепло является основной причиной развития пожара и возникновения многих сопровождающих его явлений. Оно вызывает нагрев окружающих зону горения горючих и негорючих материалов. При этом горючие материалы подготавливаются к горению и

затем воспламеняются, а негорючие разлагаются, плавятся, строительные конструкции деформируются и теряют прочность.

Выделение тепла на пожарах и нагрев продуктов сгорания вызывают также движение газовых потоков и задымление территорий и помещений, расположенных около зоны горения.

Возникновение и скорость протекания этих тепловых процессов зависит от интенсивности выделения тепла в зоне горения, что характеризуется удельной теплотой пожара.

Выделение тепла происходит не во всем объеме зоны горения, а только в светящемся ее слое, где совершается химическая реакция. Выделившееся тепло воспринимается продуктами сгорания (дымом), в результате чего они нагреваются до температуры горения. Нагретые продукты сгорания передают тепло путем излучения, теплопроводности и конвекции, как в зону горения, так и в зону теплового воздействия. Так как большинство горючих материалов образуют газообразные продукты сгорания, то наибольшее количество тепла из зоны горения передается ими.

На пожарах в зданиях нагретые до 1100-1300 °С продукты сгорания (дым), поступая в зону теплового воздействия, смешиваются с воздухом и нагревают его. Процесс смешивания происходит на всем пути движения продуктов сгорания, поэтому температура в зоне теплового воздействия понижается по мере удаления от зоны горения – от температуры горения до температуры, которая является безопасной не только для конструкций и горючих материалов, но и для подразделений, действующих в этой зоне. Температуру 50-60 °С можно принять как предельную для зоны теплового воздействия.

Продукты сгорания оказывают наибольшее воздействие на материалы и конструкции около зоны горения, где температура их превышает 300-400 °С. В этом пространстве возможно воспламенение твердых горючих материалов и деформация незащищенных металлических конструкций.

В начальной стадии развития внутреннего пожара зона теплового воздействия имеет низкую среднюю температуру, так как большое количество тепла идет на нагревание воздуха, строительных конструкций, оборудования и материалов.

На открытых пожарах при отсутствии ветра продукты сгорания (дым.) располагаются над зоной горения и в большинстве случаев (пожары резервуаров, штабелей пиленого и круглого леса, караванов торфа, хлопка и т.д.) их теплосодержание не влияет на находящиеся вблизи горючие материалы и не мешает действиям подразделений пожарной охраны. При наличии ветра продукты сгорания располагаются ближе к земле, что способствует распространению пожара.

Тепло, воспринимаемое строительными конструкциями вызывает их нагрев, что в свою очередь может привести к обрушению конструкций, а также к воспламенению сгораемых материалов в смежных помещениях. Эти явления характерны для внутренних пожаров в помещениях с большой горючей нагрузкой, малой площадью проемов или наличием металлических

конструкций.

Аккумулированное, строительными конструкциями на внутренних пожарах тепло составляет не более 8% тепла, выделенного за все время развития пожара.

При горении твердых и жидких материалов некоторое количество тепла, выделяющегося в зоне горения, воспринимается горящими материалами. Часть этого тепла затрачивается на испарение и разложение материалов и с парами и газами поступает обратно в зону горения.

Другая часть тепла затрачивается на нагревание горящих материалов и содержится в них. Таким образом, тепло поддерживает непрерывный процесс горения и определяет его скорость. Если это тепло отнять от горящих материалов, то горение прекратится. На этом принципе основано прекращение горения водой.

Из зоны горения передача тепла осуществляется не только конвекцией, но и излучением.

При горении бензина в резервуарах доля тепла, передаваемого из зоны горения конвекцией, составляет 57-62% всего выделившегося в ней тепла, а при горении штабелей пиломатериалов 60-70%. Остальное тепло (30-40%) передается из зоны горения, излучением. Так как это тепло вызывает распространение пожара на значительных расстояниях от зоны горения и препятствует действиям подразделений по тушению, то все защитные мероприятия на открытых пожарах сводятся в основном к экранированию материалов и ствольщиков.

На внутренних пожарах тепло передающееся излучением, обычно составляет небольшую величину, так как площадь проемов в здании, через которые возможно излучение, и интенсивность излучения пламени через дым невелики. Направление передачи тепла излучением может не совпадать с направлением передачи тепла конвекцией, поэтому зона теплового воздействия на пожарах часто состоит из участков, где воздействует только тепло излучения или только тепло продуктов сгорания, и участков, где оба вида тепла воздействуют совместно.

С учетом величины интенсивности излучения, причиняющей боль в незащищенных частях тела, выведена зависимость для определения минимального безопасного расстояния  $l$  от ствольщика до пламени

$$l = 1,6H_{\Pi}$$

где  $H_{\Pi}$  – усредненная высота факела пламени, м.

Тепло, воспринятое горящими материалами определяет расход огнегасительных веществ на тушение.

С учетом значения каждой входящей в тепловой баланс пожара величины проводятся мероприятия, препятствующие развитию пожара и способствующие его тушению (вскрытие конструкций ближе к зоне горения и выпуск нагретого дыма, охлаждение горючих материалов, металлических конструкций и технологических аппаратов, защита ствольщиков от лучистой теплоты и т. д.).

**Зоной задымления** называется часть пространства, примыкающая к



зоне горения и заполненная дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных подразделений.

Зона задымления на некоторых пожарах включает в себя всю или часть зоны теплового воздействия.

Одним из явлений, характеризующих развитие пожара, является выделение продуктов сгорания. При горении подавляющего большинства веществ продукты сгорания содержат твердые частицы полного и неполного сгорания, диаметр которых измеряется от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  мм. Продукты сгорания с имеющимися в них твердыми частицами называются дымом. Поскольку в условиях пожара дым в чистом виде, т.е. без примеси воздуха, не бывает, то под понятием дым в широком смысле понимается смесь воздуха с продуктами сгорания и имеющимися в них твердыми частицами.

На пожарах чаще всего горят органические материалы, состоящие из углерода, водорода и кислорода (древесина, бумаги, ткани; бензин, керосин и т.д.). Поэтому основными компонентами дыма являются азот, кислород, углекислый газ, пары воды, окись углерода и свободный углерод в виде мельчайших частичек (сажи). При горении и разложении материалов, которые, кроме углерода, водорода и кислорода, содержат еще азот, серу, хлор и фтор, в составе дыма могут находиться окислы азота, хлористый водород, сернистый газ, сероводород, а также фосген, синильная кислота и другие токсические вещества.

Чаще всего происходит отравление окисью углерода, так как она образуется на всех пожарах. Основные симптомы отравления окисью углерода – боль в области лба и висках, головокружение и шум в ушах. Отравление окислами азота вызывает кашель, раздражение дыхательных путей, иногда головную боль, рвоту. При отравлении синильной кислотой в начальной стадии ощущаются царапанье в горле и жгучий горький вкус во рту, возникают слюнотечение, головокружение, острая головная боль, тошнота.

Токсические продукты образуются главным образом при термическом разложении и горении пластмасс, каучуков, синтетических волокон, смол и т.д.

Концентрация токсических продуктов в дыме на пожаре зависит от интенсивности газообмена и количества этих продуктов, выделяющихся с  $1 \text{ м}^2$  площади горения.

Однако не только токсические продукты характеризуют отрицательные свойства дыма. Например, высокая температура дыма является не менее опасным фактором для человека. При температуре среды  $60^\circ$  и большой влажности воздуха создаются тяжелые условия для организма человека, особенно при физической работе.

Большим препятствием при тушении пожаров являются твердые частицы полного или неполного сгорания, которые не редко настолько снижают видимость в зоне задымления, что даже при наличии мощных источников света не возможно различать довольно крупные предметы на

расстоянии нескольких десятков сантиметров. Особенно плотное задымление бывает при горении веществ с большим коэффициентом химического недожога, таких как нефтепродукты, резина, каучуки, шерсть, хлопок, большинство пластиков и пластмасс. Большое количество твердых частиц выделяется при горении щелочных, щелочноземельных металлов и их сплавов. Плотность дыма определяется по количеству твердых частиц, содержащихся в единице его объема, и измеряется в  $\text{г/м}^3$ . При отсутствии приборов о плотности дыма можно судить по видимости в нем предметов, освещаемых групповым фонарем с лампой в 21 свечу.

Плотность дыма на пожарах в основном зависит от интенсивности газообмена и весового количества твердых частиц в единице объема продуктов сгорания, образующихся при сгорании единицы массы вещества.

О степени задымления можно судить не только по плотности дыма, но и по процентному содержанию продуктов сгорания в объеме помещения, т.е. по концентрации дыма. Большая концентрация продуктов сгорания и малый процент кислорода в помещении является одним из существенных факторов, характеризующих задымление и представляющих серьезную опасность для человека. Известно, что при содержании в воздухе кислорода 14-16% по объему у человека наступает кислородное голодание, которое может привести к потере сознания, а снижение содержания кислорода до 9% опасно для жизни. На пожарах же концентрация кислорода в дыме может быть менее 9%.

Дым, двигаясь от зоны горения, смешивается с воздухом и образует зону задымления. Граница зоны задымления определяется по одному из трех показателей: по наименьшим опасным концентрациям токсических компонентов, по дыму слабой плотности или по концентрации кислорода в дыме, которая не должна быть ниже 16% по объему. При горении веществ опасной зоной следует считать все пространство, где наблюдается видимое присутствие дыма.

Объем и положение зоны задымления на открытых пожарах зависят в основном от скорости роста площади пожара и метеорологических условий. Как показала практика и экспериментальные данные, наибольшие объемы и плотность зоны задымления на открытых пожарах бывают при скорости ветра 2-8 м/сек.

Процесс задымления зданий связан еще с конструктивно-планировочными решениями зданий и сооружений.

Под временем образования зоны задымления понимается период, за который в задымленном объеме концентрация дыма достигнет величины, опасной для пребывания в нем человека без защиты органов дыхания.

Большое значение на задымление помещений как горящих, так и соседних оказывает положение нейтральной зоны в объеме помещения и в целом здании. Так, при низком расположении нейтральной зоны увеличиваются объем зоны задымления и число помещений, находящихся в зоне избыточных давлений (следовательно, подвергающихся опасности задымления), возрастают концентрация и плотность дыма.

Зависимость положения нейтральной зоны от отношения площади приточных и вытяжных отверстий используют для уменьшения влияния дыма и роста зоны задымления, для чего в верхней части помещения проемы вскрывают, а в нижней его части проемы закрывают или устанавливают дымососы.

Помещения, смежные с горящим, находящиеся выше уровня нейтральной зоны, но с наветренной стороны, при достаточной силе ветра и закрытых дверных проемах не задымляются или задымляются незначительно.

При пожарах в зданиях большое значение на задымление смежных помещений оказывает инфильтрация дыма через щели в дверных, оконных и прочих проемах. Экспериментальные данные по задымлению многоэтажных зданий и практика тушения пожаров показывают, что существующая защита проемов (дверные полотна, остекление окон и др.) не обеспечивает защиту помещений от задымления даже на минимальный промежуток времени.

Большое значение на процесс задымления зданий и сооружений оказывает работа вентиляционных установок. Различный вид вентиляции по-разному оказывает влияние на процесс задымления объемов. Так подача воздуха приточной вентиляцией в помещение, где происходит горение, значительно ускоряет его задымление, увеличивает скорость распространения горения и опасность задымления соседних помещений. Работа приточной вентиляции по подаче воздуха в смежные с горящим помещения препятствует их задымлению, а в некоторых случаях и совершенно исключает проникновение дыма в эти помещения.

Забор воздуха вытяжной вентиляцией из горящего помещения снижает скорость задымления, увеличивает время образования зоны задымления, снижает плотность дыма в помещении, но способствует развитию пожара. Забор воздуха вытяжной вентиляцией из соседнего с горящим помещения способствует задымлению соседних помещений.

Зона горения, а также зоны теплового воздействия и задымления на каждом пожаре различны как по своим размерам, форме, так и по характеру протекания одних и тех же явлений. Параметров, характеризующих величину различных зон и интенсивность протекающих в них явлений очень много. В пожарной тактике наибольшее значение имеют те параметры пожара, которые определяют количество сил и средств, необходимых для тушения, и действия подразделений по тушению пожара.

Параметры пожара не постоянны и изменяются во времени. Изменение их от начала возникновения пожара до ликвидации его называется развитием пожара.

К основным параметрам, характеризующим развитие пожара, относятся: площадь пожара, периметр пожара, высота пламени (пожары, газовых и нефтяных фонтанов), линейная скорость распространения пожара, скорость выгорания, температура пожара, интенсивность газообмена, интенсивность излучения, плотность задымления. Зная основные параметры пожара, можно найти другие величины, необходимые для расчета сил и

средств на тушение, например скорость роста площади и периметра пожара, удельную теплоту пожара и т. д.

Если пожар не тушить, то его развитие происходит чаще всего следующим образом.

Пожар, возникший в какой-либо точке участка сгораемых материалов, начинает распространяться по территории участка. В начальный период распространение происходит сравнительно медленно, но по мере увеличения площади пожара возрастает тепловое излучение, усиливаются потоки газов, распространение пожара ускоряется. Когда весь участок сгораемых материалов, ограниченный более или менее значительными разрывами, оказывается охваченным огнем, распространение пожара приостанавливается. В дальнейшем, если огонь не в состоянии преодолеть разрывы, происходит выгорание материалов при неизменной площади пожара.

Подобный ход развития пожара наблюдается не всегда. Так, при пожаре жидкостей в резервуарах пожар почти мгновенно принимает определенные размеры и дальнейшее развитие его выражается не в росте площади, а в ряде других явлений, например в изменении скорости выгорания и интенсивности теплового излучения, в возникновении явлений вскипания и выброса. При пожарах газовых фонтанов зона горения мгновенно принимает максимальные размеры. Развитие пожара в этом случае выражается в нагревании и деформации прилегающих к фонтану конструкций, в разрушении устья скважины и связанным с этим изменением формы и размеров факела пламени, а также в других явлениях.

#### 8.4 Распространение горения

Передача тепла из зоны горения происходит как внутрь зоны горения, так и в зону теплового воздействия. Тепло, передаваемое внутрь зоны горения, воспринимается горящими жидкостью или твердым материалом и затрачивается на их испарение и разложение. Вследствие этого поверхность горения постепенно перемещается по направлению в глубь горящего материала. Такое перемещение поверхности горения называется выгоранием (рис. 8.3).

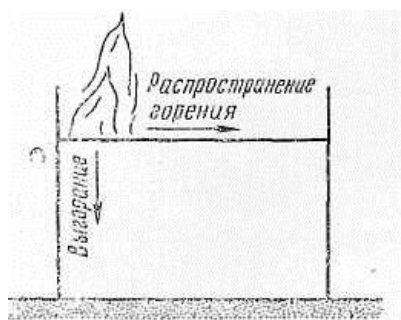


Рис. 8.3. Схема выгорания и распространения горения

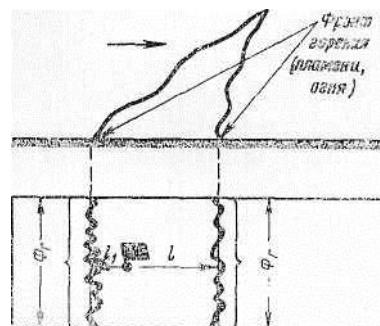


Рис. 8.4. Фронт горения на пожаре в здании

Тепло, передаваемое конвекцией и излучением в зону теплового воздействия, воспринимается поверхностью еще не горящих горючих

веществ, вследствие чего они нагреваются, испаряются или разлагаются, а пары и газы, соприкасаясь с зоной горения, воспламеняются. При этом фронт горения перемещается по поверхности еще не горящего вещества. Такое перемещение фронта горения называется распространением горения. Под фронтом горения понимается периметр площади пожара. В пожарно-технической литературе периметр площади пожара называется периметром пожара. В частном случае при пламенном горении фронтом горения может являться периметр основания пламени (рис. 8.4).

Распространение горения может происходить не по всему фронту горения, а только по его части. В связи с этим введено понятие – фронт распространения горения, под которым понимается величина периметра пожара, где в данный момент происходит распространение горения.

Быстрота перемещения фронта горения по горючим материалам характеризуется линейной скоростью распространения горения, под которой понимается перемещение фронта горения (пламени) в данном направлении в единицу времени.

Исследования показывают, что фронт горения за одинаковые промежутки времени проходит неравные расстояния, т.е. перемещение сто является неравномерным. Следовательно, и линейная скорость распространения огня в каждый промежуток времени различна.

На практике чаще всего пользуются средними значениями линейной скорости за отдельные промежутки времени или за все время перемещения фронта горения. Тем не менее, она вполне приемлема при различных практических расчетах.

Линейная скорость распространения горения зависит от свойств и состояния горючих материалов, интенсивности передачи тепла им и условий подвода воздуха.

Наибольшей линейной скоростью распространения горения обладают газы, так как они подготовлены к горению и для его продолжения затрачивается тепло только на нагрев их до температуры самовоспламенения. Линейная скорость распространения горения по газам практически равна скорости распространения горения по смеси их с воздухом.

Наименьшей линейной скоростью распространения горения обладают твердые горючие материалы, для подготовки к горению которых требуется больше тепла, чем для жидкостей и газов.

Твердые материалы в зависимости от их расположения имеют горизонтальную и вертикальную поверхности, по которым происходит распространение горения. Линейные скорости распространения горения по этим поверхностям различны. Наибольшая линейная скорость распространения горения наблюдается при движении пламени по вертикальной поверхности снизу вверх, а наименьшая – сверху вниз.

Твердые материалы в большинстве случаев располагаются с разрывами.

На пожарах в зданиях I и II степени огнестойкости путями распространения горения из одного этажа в другой чаще всего являются

окопные, дверные, вентиляционные и другого рода проемы и отверстия в ограждающих конструкциях, а также сами конструкции, трубопроводы и балки.

Кроме того, в процессе развития и тушения пожара в результате взрывов, ударов, деформации конструкций и других причин в ограждающих конструкциях иногда возникают отверстия, достаточные для распространения горения.

В зданиях III, IV и V степени огнестойкости распространение горения, кроме того, происходит в результате прогорания ограждающих конструкций.

Распространение горения через проемы и отверстия происходит в результате выхода через них пламени, движения нагретых продуктов сгорания, передачи лучистой теплоты, распространения взрывной волны, смеси горючих паров, газов и пыли с воздухом, перелива горячей жидкости и т.д.

В зданиях с наличием большого числа сгораемых и трудносгораемых перегородок скорость распространения горения крайне неравномерна. Распространение горения внутри отдельного помещения происходит с определенной для его горючей загрузки скоростью, но при подходе фронта горения к перегородке распространение горения по горизонтальной поверхности прекращается и продолжается лишь по вертикальной наружной или внутренней поверхностям перегородки.

Скорость распространения горения по поверхности твердых материалов главным образом зависит от степени их возгораемости, которая характеризуется минимальным тепловым импульсом вызывающим устойчивое горение этих материалов.

Чем более возгораем материал, т.е. чем меньший тепловой импульс вызывает его воспламенение, тем выше при прочих равных условиях скорость распространения горения.

С увеличением времени воздействия источника воспламенения на горючий материал величина теплового импульса уменьшается.

При возрастании влажности горючих материалов скорость распространения горения уменьшается, так как много тепла затрачивается на удаление влаги.

Дисперсность материалов также связана с их поверхностью, воспринимающей тепло. Чем выше дисперсность материалов, тем больше удельная их воспринимающая тепло поверхность и, следовательно, быстрее происходит нагрев, испарение или разложение, т.е. подготовка к горению. Линейная скорость распространения горения у таких материалов очень велика и составляет несколько десятков метров в минуту.

Скорость распространения горения также во многом зависит от температуры горения, интенсивности газообмена и направленности нагретых газовых потоков, ветра, а также других факторов.

С ростом температуры горения (пламени) возрастают интенсивность излучения и температура продуктов сгорания, которые в свою очередь увеличивают скорость нагрева и воспламенения горючих материалов.

Ветер увеличивает интенсивность передачи тепла горючим материалам за счет приближения пламени к ним и омывания нагретыми продуктами сгорания. Если нагретые газовые потоки при газообмене на пожаре в здании направлены в сторону расположения горючих материалов, то интенсивность передачи тепла значительно возрастает по сравнению с интенсивностью передачи тепла только излучением пламени. Кроме того, при повышении скорости газовых потоков из зоны горения увлекаются горящие частицы, а при крупных пожарах – горящие головни. Падая на землю и соприкасаясь со сгораемыми материалами и конструкциями, они вызывают их воспламенение, образование новых очагов горения, ускоряя распространение пожара.

Значительное влияние на скорость распространения горения оказывают взрывы, происходящие чаще всего в зоне горения и теплового воздействия.

При взрыве создается быстро распространяющаяся волна сжатых газов, так называемая ударная волна, давление во фронте которой больше атмосферного. Ударная волна разрушает аппараты и коммуникации с горючими газами и жидкостями, уничтожает защитные слои трудносгораемых элементов конструкций, разбрасывает горящие материалы, активизирует газообмен. Волной взрыва раскаленные газы и пламя могут проникнуть через неплотности и пустотелые конструкции в соседние помещения.

### **8.5 Площадь и периметр пожара**

Размеры пожаров определяются объемом зоны горения. Однако учитывая, что подавляющее большинство пожаров представляет пожары твердых веществ и жидкостей, размеры их наиболее удобно выражать через площадь поверхности горения. Кроме того, величина площади поверхности горения является одним из факторов, определяющих расход огнегасительных веществ и количество подразделений, необходимых для тушения.

Использование при расчете площади пожара вместо площади поверхности горения значительно упрощает определение количества сил и средств, необходимых для тушения. Однако в этом случае необходимо, чтобы все величины, связанные с площадью поверхности горения (скорость выгорания, интенсивность подачи огнегасительных веществ), были также приведены к площади пола помещения или поверхности земли.

При свободном развитии пожара или при тушении его недостаточными силами и средствами площадь пожара непрерывно увеличивается.

Быстрота увеличения площади пожара характеризуется скоростью ее роста, под которой понимается приращение площади пожара за единицу времени.

Закономерности изменения скорости роста площади пожара зависят от ее формы и линейной скорости распространения горения.

При анализе возможного развития пожаров и расчете сил и средств, требующихся для их тушения, реальная форма площади пожара может быть приведена к фигурам правильной геометрической формы: кругу, круговому

сектору и прямоугольнику. При этом принятая геометрическая форма должна максимально близко подходить к реальной форме площади пожара.

Когда площадь пожара имеет форму, близкую к кругу или эллипсу, то она приводится к кругу и называется круговой (рис. 8.5а), если же площадь пожара близка к треугольнику, то она приводится к форме кругового сектора и называется угловой (рис. 8.5б, в). Площадь пожара, напоминающая форму прямоугольника, приводится к прямоугольнику и называется прямоугольной (рис. 8.5г).

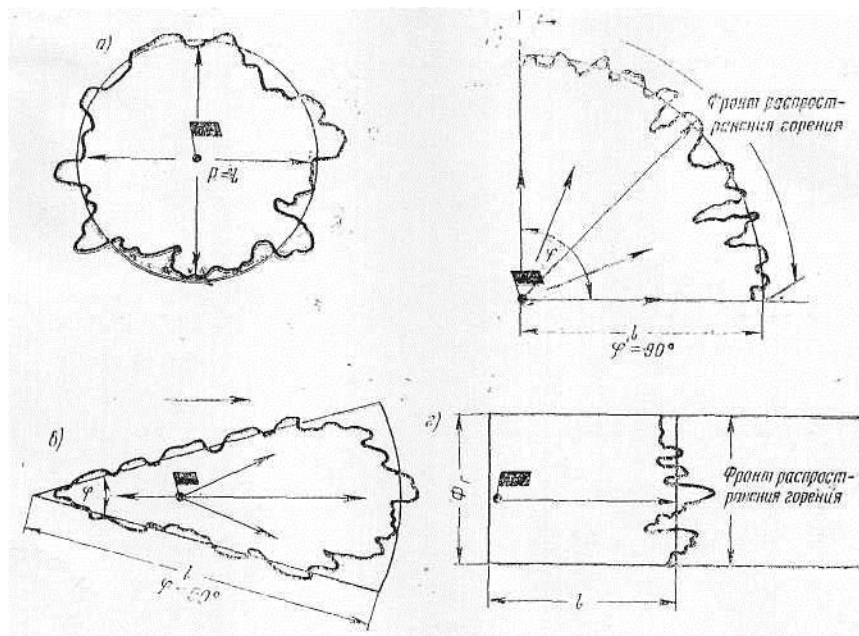


Рис. 8.5. Типичные формы площади пожара

а – круговая; б – угловая при  $\varphi=90^\circ$ ; в – угловая при  $\varphi<90^\circ$ ; г – прямоугольная

Изменение периметра пожара и фронта распространения горения характеризуется скоростью их роста, под которыми понимается приращение периметра пожара или фронта распространения горения во времени.

## 8.6 Скорость выгорания

Различают массовую и объемную скорости выгорания материалов.

Масса материала, которая выгорает в единицу времени с единицы площади поверхности горения ( $\text{кг}/\text{м}^2\text{мин}$ ,  $\text{кг}/\text{м}^2\text{ч}$ ), называется массовой скоростью выгорания.

Объемной скоростью выгорания называется объем материала, выгорающий в единицу времени с единицы площади поверхности горения ( $\text{м}^3/\text{м}^2\text{мин}$ ). Для жидких и твердых веществ линейные величины в размерности обычно сокращают и выражают объемную скорость выгорания в  $\text{м}/\text{мин}$  или  $\text{мм}/\text{мин}$ , поэтому ее часто называют линейной.

В расчетах по развитию и тушению пожаров наибольшее применение имеет массовая скорость выгорания материалов. Она не зависит от линейных размеров твердых горючих материалов, величины горючей загрузки, диаметра резервуаров и изменяется в основном от температуры пожара, влажности материала и условий газообмена.

Скорости выгорания твердых веществ на всей площади пожара не



одинакова. Обычно в зависимости от величины горючей загрузки, ее удельной поверхности и газообмена на отдельных участках площади пожара образуются очаги горения с более высокой скоростью выгорания, чем на остальной площади. Эти очаги являются источниками распространения пожара и при его тушении силы и средства в основном направляются на их ликвидацию.

Массовая скорость выгорания жидкости изменяется в зависимости от ее начальной температуры, диаметра резервуара, уровня жидкости в резервуаре, скорости ветра и других факторов.

Чем выше начальная температура жидкости, тем больше скорость ее выгорания.

В резервуарах диаметром свыше 2 м скорость выгорания жидкостей практически считается постоянной. На скорость выгорания жидкости влияет также положение уровня в резервуаре. Наибольшая скорость выгорания наблюдается при верхнем уровне жидкости. С понижением уровня жидкости в резервуаре скорость выгорания уменьшается.

Значительно увеличивается скорость выгорания жидкости при ветре. Сильный ветер способствует перемешиванию паров с воздухом, в связи с чем увеличивается температура пламени и интенсивность излучения. Пламя приближается к поверхности жидкости, что также способствует увеличению скорости ее испарения.

### 8.7 Газообмен на внутренних пожарах

Основным параметром, определяющим газообмен, т.е. приток воздуха к зоне горения и удаление из нее продуктов сгорания, является скорость движения воздуха или продуктов сгорания в проемах.

Перепад давлений, или разность между давлением в объеме продуктов сгорания и давлением наружного воздуха, является причиной движения воздуха к зоне горения и определяет его скорость.

Во время пожара в зданиях газообмен происходит через проемы, при этом давление продуктов сгорания в верхней части помещения больше, а в нижней части меньше давления наружного воздуха, вследствие чего проемы в верхней части, как правило, работают на выброс дыма, а в нижней – на приток воздуха. На определенной высоте давление внутри помещения равно атмосферному. Плоскость, на уровне которой давление равно атмосферному, а перепад давлений равен нулю, называется зоной равных давлений, или нейтральной зоной.

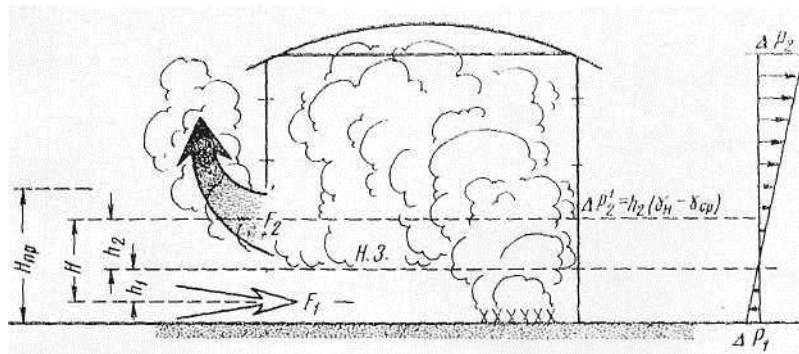


Рис. 8.6. Положение нейтральной зоны при однорядном расположении проемов в помещении

Нейтральная зона в различных частях помещений или здания может находиться на различной высоте. Среднее значение высоты расположения нейтральной зоны  $h_1$  при работе одного или нескольких отверстий, расположенных на одном уровне (рис. 8.6), определяется по уравнению:

$$h_1 = \frac{0,5H_{\text{ПР}}}{\sqrt[3]{\frac{\gamma_{\text{П}}}{\gamma_{\text{СР}}} + 1}}$$

а при двух отверстиях и более, расположенных на разной высоте (рис. 8.7) – по уравнению:

$$h_1 = \frac{H}{\frac{\sum S_1^2}{\sum S_2^2} \cdot \frac{\gamma_{\text{П}}}{\gamma_{\text{СР}}} + 1}$$

где  $H_{\text{ПР}}$  – высота наибольшего проема, м;  
 $H$  – расстояние между центрами приточных и вытяжных отверстий, м;  
 $S_1$  и  $S_2$  – соответственно площади приточных и вытяжных отверстий, м<sup>2</sup>.

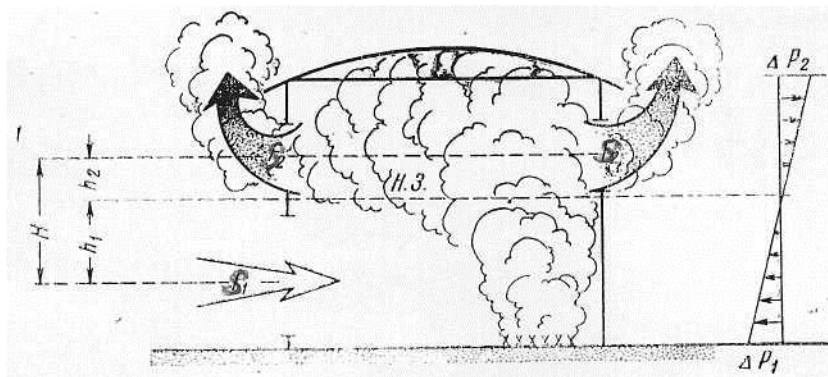


Рис. 8.7. Положение нейтральной зоны при двухрядном расположении проемов

Большое влияние на перепад давлений оказывают направление и сила ветра. В случае расположения приточных отверстий с наветренной, т.е. когда угол встречи направления ветра с плоскостью стены более 45°, или заветренной сторон здания значение  $\Delta P$  соответственно увеличивают или уменьшают на величину  $\Delta P$  □.

На скорость движения газов оказывают влияние соотношение площадей приточных и вытяжных отверстий, а также расстояние между их центрами по высоте.

Увеличение высоты расположения вытяжных отверстий, а следовательно, и скорости движения газовых потоков, ведет к увеличению скорости выгорания материалов, повышению скорости распространения пламени и росту температуры горения.

Соотношение площадей приточно-вытяжных отверстий, оказывает существенное влияние на скорость притока воздуха, однако основную роль в развитии пожара играет все же величина площади проемов. Поэтому, чтобы ограничить развитие пожара, необходимо прежде всего до минимума сократить площадь приточных отверстий, затем для снижения скорости

притока воздуха и увеличения скорости вытяжки дыма следует площадь вытяжных отверстий привести в соответствие с площадью приточных отверстий.

Вторым параметром, характеризующим газообмен при пожарах в зданиях, является коэффициент избытка воздуха. Коэффициентом избытка воздуха  $\alpha$  называется отношение количества воздуха, поступающего к зоне горения  $V_{\text{п.в}}$ , к количеству воздуха, теоретически необходимого для полного горения  $V_{\text{т.в}}$ .

Горение в помещениях (особенно тлеющих материалов) протекает с избытком воздуха. Это объясняется тем, что поступающий в помещение воздух в силу направленности потоков, значительной скорости движения и малой скорости диффузии кислорода не весь участвует в горении и некоторая часть его выносится вместе с продуктами горения. Поскольку в горении участвует только кислород, следовательно, и количество воздуха, поступающего к зоне пожара, может превышать теоретически необходимое.

Газообмен является основным фактором в развитии пожаров внутри здания, так как он определяет скорость выгорания и распространения горения, скорость газов и абсолютное значение температуры пожара, площадь горения и задымление помещений. В то же время газообмен зависит от температуры пожара, площади проемов и их расположения.

При тушении пожаров необходимо учитывать указанную взаимозависимость, так как, воздействуя на ту или иную сторону процесса развития пожара, можно вызвать нежелательные последствия в другом отношении. Так, например, иногда с прибытием на пожар первого подразделения в целях удаления дыма и ввода столов открывают все имеющиеся проемы. Такие меры вызывают интенсивное развитие пожара, а сил и средств, чтобы сдержать это развитие, в большинстве случаев оказывается недостаточно.

Поскольку без газообмена горение невозможно, то правильное использование закономерностей газообмена в целях ограничения развития пожаров приобретает большое практическое значение.

Эффективно используют закономерности газообмена для предотвращения распространения огня по зданию путем изменения направления движения дыма с помощью стационарных вентиляционных систем и дымососов, вскрытия или закрытия проемов, установки перемычек, перегородок и завес.

Сравнительным параметром газообмена на различных пожарах является интенсивность газообмена. Под интенсивностью газообмена  $I_{\text{г}}$  понимается количество воздуха, поступающего к единице площади горения в единицу времени. Поскольку на практике площадь поверхности горения приводится к площади пожара, то под интенсивностью газообмена на пожаре понимается количество воздуха, поступающего к единице площади пожара в единицу времени.

Интенсивность газообмена может быть определена и по количеству продуктов сгорания, удаляемых через проемы помещения.

Практически интенсивность газообмена определяют по притоку воздуха.

Особенностью горения в помещениях является ограниченный приток воздуха вследствие малой площади проемов, и результате чего происходит сравнительно медленное выделение тепла с большим количеством продуктов неполного сгорания.

Температура газов и концентрация дыма в объеме таких помещений сравнительно одинаковы, тогда как в помещениях изменения концентрации дыма и температуры по высоте помещения значительны. Последние обстоятельства оказывают большое влияние не только на развитие пожаров, но и на их тушение.

### **8.8 Температурный режим пожара**

Под температурой пожара понимается: для открытых пожаров – температура пламени, а для внутренних – среднеобъемная температура смеси продуктов сгорания с воздухом в объеме помещения, в котором происходит горение. Температурным режимом пожара называется изменение среднеобъемной температуры во времени.

Температура открытых пожаров в основном зависит от теплоты сгорания веществ, скорости их выгорания и дымообразующей способности. В среднем максимальная температура открытого пожара для горючих газов составляет 1200-1350°, для жидкостей 1100-1300° и для твердых органических веществ 1000-1250°.

На скорость роста и абсолютное значение температуры внутренних пожаров, кроме факторов, определяющих температуру наружных пожаров, большое влияние оказывает отношение площади приточных отверстий к площади горения, высота помещения и отношение площади горения к площади пола помещения. Исключение составляют пожары веществ, содержащих кислород в достаточном для горения количестве. На рис. 8.8 приведены кривые изменения температуры пожаров во времени в зависимости от отношения площади приточных отверстий к площади пожара и отношения площади пожара к площади пола помещения.

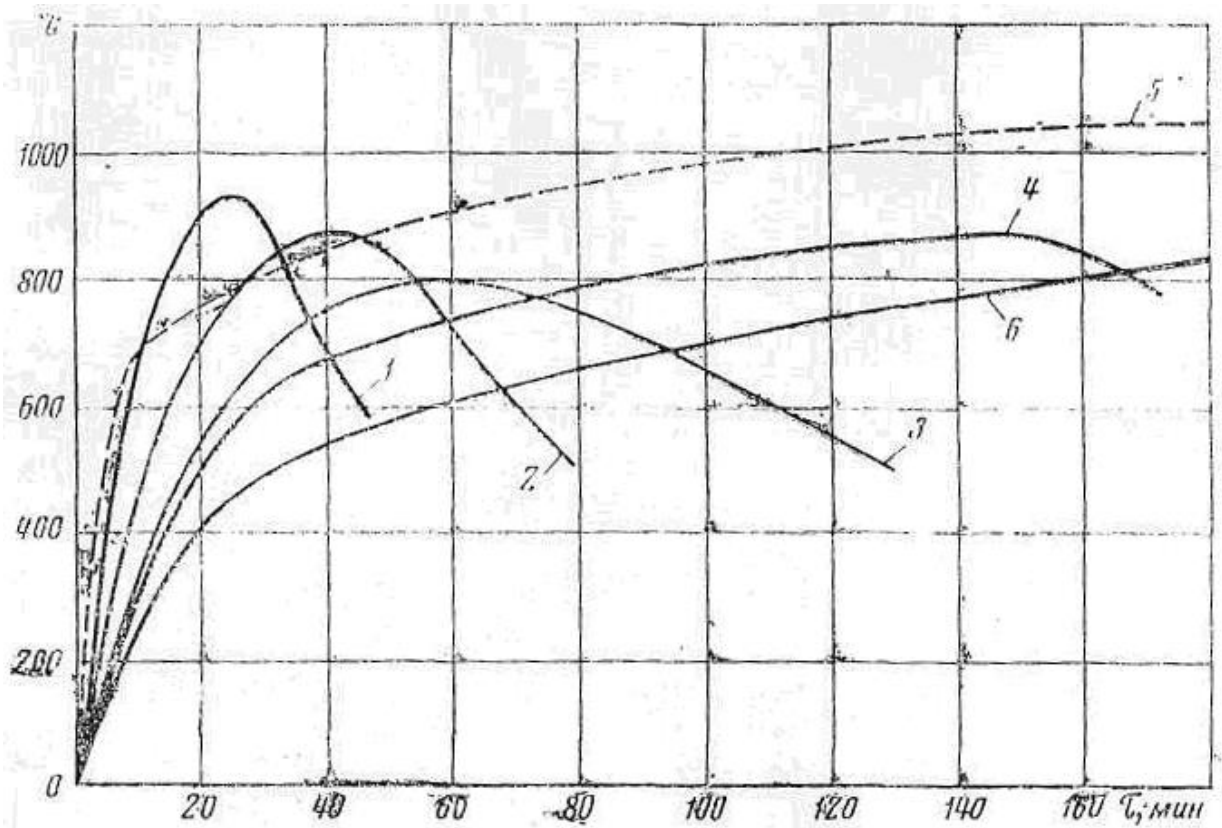


Рис. 8.8 График изменения температуры пожара в зависимости от

$S_1 : S_{II}$  и  $S_{II} : S_{ПОЛА}$

1 – при  $S_1 : S_{II} = 1:5$ ; 2 –  $S_1 : S_{II} = 1:7$ ; 3,4,6 –  $S_1 : S_{II} = 1:10$ ;

5 – стандартная кривая

Существенное влияние на температурный режим пожара оказывает высота помещения. На рис. 8.9 приведен график изменения температуры пожара в помещениях различной высоты, из которого следует, что в высоких помещениях скорость роста температуры выше, но по максимальному значению она меньше, чем в помещениях малой высоты. Объясняется это тем, что во втором случае коэффициент избытка воздуха несколько выше и потери тепла из зоны горения больше.

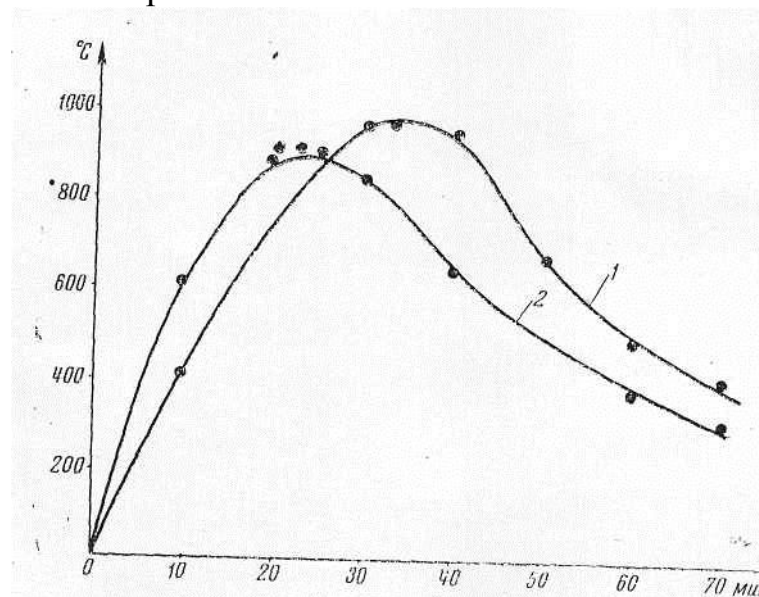


Рис. 8.9. График изменение температуры пожара о зависимости

от высоты помещения  $h$  при  $\frac{S_{III}}{S_{II}} = 0,16$

$$1 - h = 3,2 \text{ м}; 2 - h = 6,4 \text{ м}$$

По условиям, определяющим скорость роста и максимальное значение температуры пожаров, все помещения можно разделить на две группы. При этом I и II группы классификации помещений по газообмену можно отнести к помещениям с низкотемпературным режимом пожаров, а III и IV – с высокотемпературным. Изменение температуры пожаров, характерное для помещений с низкотемпературным режимом, описывается кривой 4 (рис. 8.9), а с высокотемпературным режимом – кривой 5, которая является стандартной температурной кривой, принятой для испытаний строительных конструкций на огнестойкость. Из рис. 8.9 следует, что температура пожара в помещениях с низкотемпературным режимом в среднем на 200-250° ниже, чем при стандартном температурном режиме. Поэтому пределы огнестойкости конструкций будут в 1,3- 1,5 раза выше, чем при пожарах в помещениях с высокотемпературным режимом. Однако необходимо отметить, что данное положение не распространяется на случаи, когда пламя непосредственно касается поверхности конструкций.

Большое влияние на температурный режим пожаров оказывает удельная теплота сгорания материалов и удельная нагрузка ими помещения.

Следовательно, в некоторых случаях при горении веществ с меньшей теплотой сгорания, но в помещениях с высокотемпературным режимом пожаров значение температуры и скорость ее роста могут превосходить температуру и скорость ее роста при горении веществ с большей теплотой сгорания, но в помещениях с низкотемпературным режимом пожаров.

Знание среднеобъемной температуры продуктов сгорания в объеме помещения и скорости ее роста позволяет правильно предвидеть ход развития пожаров, производить расчеты по газообмену, определять время возможного обрушения или деформации строительных конструкций, определять время возможных взрывов или разрывов технологических аппаратов и коммуникаций. Однако на пожарах распределение температуры по высоте и в плане помещений происходит неравномерно. Максимальная температура пожара, которая обычно выше среднеобъемной, бывает в зоне горения, а по мере удаления от нее температура газов снижается за счет разбавления продуктов сгорания воздухом и прочих потерь тепла в окружающее пространство. Большое влияние на распределение температуры оказывает интенсивность газообмена, направленность и конвективность газовых потоков. Нередко, несмотря на высокую среднеобъемную температуру в помещении, пожарные в потоке холодного воздуха могут довольно близко подходить к зоне горения.

Так, в помещениях с большой интенсивностью газообмена и высоким температурным режимом пожаров нейтральная зона в основном располагается сравнительно высоко, поток холодного воздуха значителен по объему и поэтому, несмотря на высокую температуру в верхней части помещения, в его нижней части возможно пребывание людей. Особенность

таких помещений заключается в том, что вследствие наличия большой площади проемов можно сравнительно быстро создать благоприятную обстановку для проведения работ по тушению путем вскрытия или закрытия проемов, ввести в действие дымососы и работать со стволами через проемы.

В помещениях с низкотемпературным режимом пожара вследствие малой интенсивности газообмена и низкого расположения нейтральной зоны поступающий к зоне горения воздух быстро перемешивается с нагретыми продуктами сгорания и температура по высоте и в плане помещения становится почти одинаковой, т.е. принимает значение, близкое к среднеобъемной температуре пожара. А так как температура  $60^{\circ}$ , устанавливаемая в помещении в течение первых нескольких минут, для человека является минимально опасной, то к моменту прибытия первых подразделений проникнуть к зоне горения без теплозащитных средств невозможно. Поэтому в таких помещениях чаще всего приходится принимать меры для снижения температуры

Большое влияние на распределение температуры в помещении оказывает тушение водой, особенно в начальный период. При подаче на горящую поверхность воды происходит ее испарение, вследствие чего приток воздуха уменьшается, возникают бурные конвективные потоки, которые быстро выравнивают температуру газов в объеме помещения. Эти обстоятельства необходимо учитывать, и при тушении пожаров с малой интенсивностью газообмена следует применять теплозащитные средства.

## **IX Тушение пожаров**

### **9.1 Силы и средства пожаротушения**

Для тушения пожаров используются следующие силы:

личный состав аппаратов, подразделений, учебных центров пожарной охраны, высших и средних специальных пожарно-технических учебных заведений МЧС РФ;

члены добровольных пожарных дружин, команд и иных формирований  
личный состав других подразделений МЧС РФ;  
личный состав воинских подразделений;  
организованное население.

Однако личный состав пожарных подразделений является главной и решающей силой в выполнении боевых задач.

Средствами, обеспечивающими боевые действия сил на пожаре, являются:

пожарная техника (машины, установки пожаротушения, пожарно-техническое вооружение и др.);

водоподающая и другая техника народного хозяйства, приспособленная и переоборудованная для целей пожаротушения;

огнетушащие вещества и материалы (пена, вода, порошки, газы и др.);  
средства связи и освещения;

транспортные средства,

Кроме того, по заранее согласованным планам для совместного выполнения задач используются инженерно-технические средства объектов народного хозяйства.

Приемами подачи огнетушащих веществ и тушения являются следующие:

введение огнетушащих веществ непосредственно на поверхность горения;

введение огнетушащих веществ в объем помещения, объекта, сооружения, где происходит горение;

введение огнетушащего вещества в горючее вещество для его разбавления;

эвакуация горючего материала из зоны горения;

создание разрывов в горючей среде.

Под огнетушащими средствами будем понимать различные вещества и материалы, обладающие физико-химическими свойствами, позволяющими создавать условия прекращения горения.

Все огнетушащие вещества классифицируются по двум основным признакам: по агрегатному состоянию и по механизму прекращения горения.

По агрегатному состоянию огнетушащие средства подразделяются на: жидкие (вода, водные растворы и др.), пенные огнетушащие средства (воздушно-механическая и химическая пена), порошковые составы, сыпучие материалы (песок, земля, флюсы, специальные составы и др.), газовые



(водяной пар, азот, углекислота и др.), твердые материалы (войлочные, асбестовые, брезентовые покрывала и щиты).

По механизму прекращения горения огнетушащие вещества подразделяются на четыре группы: охлаждающие зону реакции или горящие вещества; изолирующие реагирующие вещества от зоны горения\*, разбавляющие реагирующие вещества в зоне реакции горения; химически тормозящие реакцию горения.

Все существующие огнетушащие вещества в той или иной мере оказывают комбинированное воздействие на процесс горения, однако одно из свойств является доминирующим. Быстро ликвидировать пожар можно при правильном выборе средств, способов пожаротушения и применении наиболее эффективных огнетушащих веществ и материалов.

Огнетушащие вещества, охлаждающие зону реакции или горящие вещества. Вода – основное огнетушащее вещество охлаждения, наиболее доступное и универсальное. Хорошее охлаждающее свойство воды обусловлено ее высокой теплоемкостью. При попадании на нагретую поверхность с температурой более 100 °С вода частично испаряется и превращается в пар и ее объем при испарении увеличивается в 1700 раз. Вода, имея высокую теплоту парообразования 2260 кДж/кг, отнимает от горящих материалов и продуктов горения большое количество тепла. Вода обладает высокой термической стойкостью, только при температуре выше 1700 °С может разлагаться на водород и кислород. В связи с этим тушение водой большинства твердых материалов безопасно, так как температура горения их не превышает 1300 °С. Огнетушащая эффективность воды зависит от способа подачи ее в очаг пожара. Наибольший огнетушащий эффект достигается при подаче воды в распыленном состоянии, так как увеличивается площадь одновременного равномерного охлаждения. Распыленные водяные струи применяются также для снижения температуры в помещениях, защиты от теплового излучения, охлаждения нагретых поверхностей, для осаждения дыма.

Сплошные струи используют при тушении наружных и открытых или развившихся внутренних пожаров, когда необходимо подать большое количество воды или если воде необходимо придать ударную силу (например, при тушении газонефтяных фонтанов), а также пожаров, когда к очагу близко подойти не представляется возможным, при охлаждении с больших расстояний соседних и горящих объектов, конструкций, аппаратов, резервуаров.

Сплошные струи нельзя применять там, где может быть мушная, угольная и другая пыль, способная образовывать взрывоопасные концентрации. Для уменьшения поверхностного натяжения и увеличения смачивающей способности в воду добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Интенсивность подачи воды с ПАВ в два раза меньше нормативной. Твердая углекислота, как и вода, может быстро отнять теплоту от нагретого поверхностного слоя горящего вещества.

К огнетушащим веществам и материалам, изолирующим реагирующие

вещества от зоны горения, относятся пена, огнетушащие порошки, негорючие сыпучие материалы (песок, флюсы и др.), войлочные, асбестовые, брезентовые покрывала и щиты.

Пена – наиболее эффективное огнетушащее вещество изолирующего действия. Изолирующее свойство пены – ее способность препятствовать испарению горючего вещества.

Пена подразделяется на воздушно-механическую и химическую. В практике пожаротушения в основном применяют воздушно-механическую пену средней кратности, которая является основным веществом для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов. Для ее получения используют пенообразователи "Сампо", ПО-ЗАИ и др. Низкократными пенами тушат в основном горящие поверхности. Пена хорошо удерживается и растекается по поверхности, обладает длительным охлаждающим действием. Пену средней и высокой кратности применяют для тушения по объему, вытеснения дыма, изоляции отдельных объектов от действия тепловых потоков (в подвалах зданий, в пустотах перекрытий, в сушильных камерах и вентиляционных системах и т.п.).

Воздушно-механическую пену часто применяют в сочетании с огнетушащими порошками, нерастворимыми в воде. Огнетушащие порошковые составы (ОПС) высокоэффективны для ликвидации пламенного горения, но почти не охлаждают горящую поверхность. Пена компенсирует этот недостаток. В последнее время при тушении пожаров все большее применение находят порошковые составы. Порошок марки ПС предназначен для тушения горящих щелочных металлов: натрия, калия и их смесей. К очагу пожара его подают сжатым воздухом или азотом.

Порошки марки Вексон, Феникс и др. предназначены для тушения пожаров твердых горючих веществ (ТГМ), горючих жидкостей (ГЖ), сжиженных газов, электроустановок под напряжением.

Огнетушащее действие ОПС заключается в основном в изоляции горячей поверхности от кислорода воздуха, а при объемном тушении – в ингибирующем действии порошка, связанном с обрывом цепей реакции горения.

Огнетушащие вещества, разбавляющие реагирующие вещества в зоне горения (водяной пар, уголекислота, азот, мелкодисперсная вода), понижают концентрацию реагирующих веществ ниже пределов, необходимых для горения. В результате уменьшается скорость реакции горения, скорость выделения тепла, снижается температура горения. Уголекислота хранится в баллонах огнетушителей в сжиженном состоянии, при переходе в газообразное состояние из 1 кг жидкой уголекислоты образуется около 500 л газа  $\text{CO}_2$ . Огнетушащая объемная доля – 30 % объема защищаемого помещения. Эффект тушения обусловлен тем, что в обычных условиях уголекислота не поддерживает горение большинства веществ.

Азот применяется для тушения натрия, калия, бериллия, кальция, а также некоторых технологических аппаратов и установок. Его огнетушащая объемная доля – не менее 31 % объема защищаемого помещения.

Огнетушащая концентрация водяного пара составляет 35 % от объема защищаемого помещения. Наряду с разбавляющим действием, водяной пар оказывает охлаждающее действие. Тушение водяным паром эффективно в достаточно герметизированных (с ограниченным числом проемов) помещениях объемом до 500 м<sup>3</sup>.

Водяной пар используют для наружного пожаротушения технологических установок химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Тонкораспыленная вода поступает в зону горения, почти вся превращается в пар, разбавляя горючее вещество или участвующий в горении кислород воздуха,

Огнетушащие вещества химического торможения реакции горения – химически активные ингибиторы (ХАИ). Вследствие хороших диэлектрических свойств их применяют для тушения пожаров электроустановок. Газовые составы применяются для тушения пожаров с помощью стационарных систем. В практике тушения используются  $\text{CH}_3\text{Br}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ ,  $\text{CF}_3\text{Br}$ ,  $\text{CF}_4\text{Br}_2$  и их смеси с  $\text{CO}_2$ . Огнетушащие объемные концентрации ХАИ в 5...10 раз ниже чем у инертных газов.

## **9.2 Понятия о тактических возможностях отделения на пожарных автомобилях**

Чтобы оценить, какие силы и средства необходимо привлечь для тушения данного пожара, руководитель тушения пожара должен знать тактические возможности подразделений. Тактические возможности пожарных подразделений – это способность личного состава, оснащенного техническими средствами, эффективно выполнить задачу за определенное время. Каждый, даже простой, пожар, своеобразен и требует творческого использования тактических возможностей подразделения. Как распорядиться техникой и людьми с учетом особенностей данного пожара – решает руководитель тушения.

На тактические возможности подразделений влияет большое количество различных факторов, таких, как технические характеристики пожарной техники, огнетушащие вещества, опасные факторы пожара (высокая температура, тепловое излучение, шум, неадекватное поведение людей), качества личного состава (физические данные, его опыт), знания руководителя, а также время года и суток, условия выполнения работ (на местности, в этажах зданий и т.д.). Учесть все эти факторы для определения тактических возможностей подразделения чрезвычайно сложно, если вообще возможно. Среди факторов, влияющих на тактические возможности подразделения, определяющими являются тактические возможности техники. В целом тактические возможности отделения (или другого подразделения) предусматривают различные варианты использования сил и средств.

Два и более отделения на основных пожарных автомобилях составляют караул – основное тактическое подразделение пожарной охраны, способное

решать боевые задачи.

К пожарным подразделениям относятся пожарная часть и отряд. Пожарное подразделение любого уровня имеет соответствующие тактические возможности. Коренным образом меняются тактические возможности отделения при тушении пожара с установкой автомобилей на водосточники и без установки. Поэтому это обстоятельство положено в основу определения тактических возможностей подразделений.

Пожарные отделения на основных пожарных машинах, если позволяет обстановка, ведут боевые действия по тушению пожара без установки машины на водосточник. Так тушить могут отделения на пожарных автоцистернах, автомобилях пожарной аэродромной службы, пожарных поездах, дрезинах, катерах, т.е. если имеется запас огнетушащих веществ, которым можно ликвидировать пожар, или когда требуется немедленная подача его для обеспечения работ по спасанию людей, ограничению развития пожара на решающем направлении до прибытия дополнительных сил и средств, или предотвращению других последствий (аварий, взрывов и т.д.).

Для правильного использования пожарных машин без установки на водосточник необходимо знать тактические возможности, которые в основном зависят от запаса огнетушащих веществ, имеющихся на данной машине, числа и типа стволов и др.

Тактические возможности отделений при тушении без установки машин на водосточник определяются временем работы стволов от емкости пожарной машины и получаемым количеством пенных средств.

Отделение на автоцистерне без установки ее на водосточник может обеспечить непрерывную работу одного-двух стволов РС-50 в течение 10-15 мин, одного ствола РС-70 течение 5 мин (без учета потерь воды в рукавных линиях) или стационарного лафетного ствола. Одновременно с подачей стволов отделение может выполнить работы по спасанию людей и эвакуации имущества, установке ручных пожарных лестниц, вскрытию конструкций на позиции ствола. При наличии пенообразователя в бачке автоцистерны отделение может обеспечить работу одного пенного ствола, время работы которого будет зависеть от запаса воды и пенообразователя, имеющегося на данной пожарной машине, длины и диаметра рукавной линии.

Тактические возможности отделения, особенно без установки на водосточники, существенно зависят от марки пожарной машины. Так, отделение на автоцистернах на шасси УРАЛ-375, ЗИЛ-131 имеет большой запас огнетушащих веществ, может обеспечить более длительную работу стволов.

Отделение на пожарных поездах может обеспечить работу одного-двух стволов РС-70 или одного ствола РС-70 и двух стволов РС-50, или трех-четырёх стволов РС-50, или одного-двух воздушно-пенных стволов.

Отделение на пожарном автомобиле порошкового тушения может обеспечить работу одного стационарного лафетного ствола с подачей 20 или 40 кг/с порошка или с подачей 1 – 2 ручных стволов.

Отделение на пожарном автомобиле углекислотного тушения

обеспечивает работу одного-двух стволов-раструбов или одного-двух стволов-распылителей.

При установке пожарных машин на водоисточники возможности отделений на основных пожарных машинах по подаче огнетушащих веществ (воды, раствора, пены) значительно увеличиваются. Увеличивается и возможная площадь тушения одним отделением. На водоисточники устанавливаются пожарные автоцистерны, мотопомпы, пожарные автонасосы, пожарные насосно-рукавные автомобили, автомобили аэродромной службы, пожарные насосные станции. В этом случае тактические возможности отделений во многом зависят от численности личного состава боевого расчета, запаса вывозимого пенообразователя, количества напорных пожарных рукавов, их диаметра, пожарных стволов и условий выполнения боевых задач.

Тактические возможности отделений с установкой пожарных машин на водоисточники определяются предельным расстоянием подачи огнетушащих веществ и возможностью подачи огнетушащих веществ.

При определении предельного расстояния подачи огнетушащих веществ исходят из наличия напорных пожарных рукавов для прокладки магистральных линий, имеющихся на пожарном автомобиле. Необходимо учитывать, что при прокладке двух параллельных магистральных рукавных линий увеличивается подача огнетушащих веществ.

Так как пожарных рукавов, используемых для прокладки магистральных линий, вывозится на пожарном насосно-рукавном автомобиле больше, чем на пожарной автоцистерне, то и тактические возможности этих автомобилей больше. Самые большие тактические возможности по подаче значительного количества огнетушащих веществ на значительное расстояние имеют пожарные насосные станции при прокладке от них рукавной линии рукавным автомобилем.

При прокладке рукавных линий необходимо учитывать неровность местности, для чего принимается коэффициент неровности местности, равный 1,2. Таким образом, для определения требуемого количества рукавов в магистральной линии необходимо расстояние  $L$  умножить на 1, 2 и разделить на длину  $l$  одного рукава, равную 20 м.

Тактические возможности основных пожарных машин с установкой их на водоисточник по подаче воздушно-механической пены зависят от наличия пенообразователя. Так, количество полученной пены средней кратности ( $W$ , м<sup>3</sup>) в зависимости от объема пенообразователя ( $W_{\text{по}}$ , л) определяется следующей зависимостью:

при 6 %-ном содержании пенообразователя в растворе

$$W = 1,7 W_{\text{по}}$$

при 4 %-ном содержании пенообразователя в растворе

$$W = 2,5 W_{\text{по}}$$

при 3 %-ном содержании пенообразователя в растворе

$$W = 3,4 W_{\text{по}}$$

Объем помещения, в котором можно потушить пожар, определяется в

зависимости от количества полученного объема пены по следующей зависимости:

Отделения на пожарной автоцистерне могут подать один лафетный ствол или ствола РС-70, или два ствола РС-50. Если необходимо подавать стволы в непригодной для дыхания среде, тактические возможности ограничиваются наличием звеньев ГДЗС, в которое входит не менее трех человек, а значит, отделение может подать не более одного ствола.

Подразделения, вооруженные переносными мотопомпами, могут подавать два ствола РС-50 или один ствол РС-70, а при наличии пенообразователя и переносного пеносмесителя – один воздушный пенный ствол. Отделения, вооруженные прицепной мотопомпой, имеют большие тактические возможности по подаче огнетушащих веществ в сравнении с переносной мотопомпой.

### **9.3 Возможности отделения на специальных пожарных автомобилях**

В тушении пожаров принимают участие отделения на специальных пожарных автомобилях. Как правило, эти отделения участвуют совместно с отделениями на основных пожарных машинах и обеспечивают боевые действия.

Отделение на пожарном автомобиле ГДЗС проводит разведку пожара, спасание и эвакуацию людей звеньями газодымозащитной службы. Для выполнения работ в непригодной для дыхания среде могут сформировать два звена ГДЗС. С помощью дымососа отделение удаляет дым из помещения и нагнетает свежий воздух. Имеющимися на автомобиле прожекторами отделение может обеспечивать освещение места пожара.

Отделение связи и освещения обеспечивает:

- связь места пожара с ЦУС и ПСЧ (пункт связи части);
- связь руководителя тушения пожара с оперативным штабом на пожаре, начальниками боевых участков;
- связь по обеспечению подачи воды подвозом или перекачкой;
- связь с отделениями, следующими на пожар;
- связь с любым объектом при необходимости;
- связь на пожаре с помощью громкоговорящей стационарной установки и выносных динамиков.

Эти же отделения могут освещать место пожара и примыкающую территорию стационарными и переносными прожекторами. Осветительные приборы получают энергию либо от городской сети, либо от генератора автомобиля. Автомобиль связи и освещения нередко доставляет к месту пожара необходимое оборудование для оперативного штаба на пожаре.

Отделение на пожарных автомобильных лестницах обеспечивает подъем на высоту личного состава, пожарно-технического вооружения, огнетушащих веществ и создает условия пожарным подразделениям для проведения спасательных работ в зданиях. Кроме этого, автомобильные лестницы используют для подъема генераторов пены средней кратности

ГПС- 600, ГПС-2000 при тушении пожаров жидкостей в резервуарах.

Отделения на пожарном автоподъемнике используются для проведения спасательных, эвакуационных работ, подъема ручных и лафетных стволов в этажи зданий. Коленчатые подъемники очень эффективно используются для подъема стволов пены средней кратности при тушении пожаров в резервуарах. Высокая маневренность кабины (площадки коленчатого подъемника) позволяет эффективно использовать эти отделения во время проведения спасательных работ, подачи стволов и разборки конструкций. Часто на пожаре стационарный лафетный ствол автоподъемника используют для защиты фасада зданий и предотвращения развития пожара по ограждающим конструкциям балконов, лоджий, оконных и дверные проемов.

Отделение на автомобиле технической службы может производить резку металла, вскрывать конструкции отбойными молотками, бетоноломами, пневматическим инструментом, разбирать части зданий и завалов с помощью крана-укосины.

Отделение на пожарном рукавном автомобиле обеспечивает прокладку магистральных рукавных линий диаметром 150 или 77 м на расстоянии 1000-2000 м, доставляет к месту пожара резерв пожарных рукавов.

Отделение на пожарном автомобиле водозащитной службы обеспечивает защиту материальных ценностей от пролитой воды, а также откачку излишне пролитой воды, используя для этой цели вывозимое пожарно-техническое вооружение.

#### **9.4 Особенности тушения в зависимости от места пожара в здании**

##### ***Тушение пожара в подвале***

Подвальные помещения зданий и сооружений имеют различное назначение. Как правило, в подвалах расположены тепловые и другие трубопроводы, бойлерные, котельные, складские помещения. В производственных зданиях – коммуникации, связанные с обеспечением технологического процесса.

При возникновении пожара в подвале создается высокая температура и плотное задымление, дым распространяется в вышерасположенные помещения, создавая угрозу для жизни людей. Возможно распространение огня по вентиляционным каналам, люкам, шахтам, монтажным и другим проемам. Ведение боевых действий затрудняется сложной планировкой, отсутствием достаточного числа проемов и входов, в неосвещенных и задымленных подвалах.

При тушении пожара в подвале необходимо организовать разведку подвала и вышерасположенных помещений, в ходе которой установить наличие угрозы для жизни людей и немедленно организовать работу по их спасанию, а также выявить возможность распространения огня по горизонтали и вертикали, принять меры к снижению задымленности помещений, закрыв или открыв дверные и оконные проемы, дымовые люки, установив перемычки. Командир пожарного подразделения должен

постоянно помнить о возможном обрушении строительных конструкций и необходимости обеспечения безопасных условий работы личного состава, поэтому одновременно с действиями по прекращению горения необходимо проводить интенсивное охлаждение конструкций, отключить электросети, организовать четкую работу поста безопасности или контрольно-пропускного пункта ГДЗС. Приемы тушения пожаров в подвалах различны. Это и тушение при помощи водяных, пенных и порошковых стволов с непосредственным введением их в очаг пожара, заполнение подвала пеной, углекислотой и другим инертным газом, в отдельных случаях – заполнение подвала водой. Если через имеющиеся проемы к очагу горения проникнуть невозможно, огнетушащие вещества вводятся через специально проделанные в перекрытии проемы.

### ***Тушение пожаров на этажах***

Пожар быстро развивается по сгораемым конструкциям коридоров и галерей, тем более если для отделки внутренних помещений и интерьеров использовались сгораемые материалы, синтетические ворсовые покрытия, пленки. Скорость распространения огня в таких помещениях в сторону открытых проемов может достигать 7- 8 м/мин.

При тушении пожара на этажах, особенно в помещениях, имеющих один выход, в том числе и в квартирах жилых домов, часто возникает необходимость спасения людей. На втором и третьем этажах наряду с использованием внутренних лестничных клеток в ряде случаев для подъема пожарных, пожарно-технического оборудования, средств тушения и эвакуации людей используют ручные пожарные лестницы.

Начиная с четвертого этажа, действия пожарных по тушению пожаров значительно осложняются. Нередко при пожарах в зданиях, где отсутствуют незадымленные основные пути эвакуации, лестничные клетки задымляются, и люди, находясь на третьем и вышерасположенных этажах, не могут самостоятельно покинуть опасную зону. Для проведения спасательных работ на четвертом и вышерасположенных этажах используются автолестницы. Однако из-за ограниченной длины выдвигания автолестницы не могут полностью удовлетворить нужды пожарной охраны при тушении пожаров в домах выше 15 этажей.

Хорошо зарекомендовали себя при тушении пожаров на этажах зданий коленчатые автоподъемники, которые могут поднимать рабочую площадку на уровень этажа пожара. Подчас ограничено использование автолестниц и коленчатых подъемников также из-за отсутствия площадок и подъездов, неровного рельефа местности и по ряду других причин.

По прибытии к месту пожара руководитель тушения должен провести разведку в горящем этаже, в выше- и нижерасположенных этажах и на чердаке. Выяснить наличие людей, которым угрожает опасность, определяют пути и способы их спасения.

Разведка пожара проводится в средствах защиты органов дыхания и зрения. Группы пожарных, выделенных для проведения разведки,



обеспечиваются рукавной линией со стволом.

Для подачи первого ствола и проникновения в горящее помещение в первую очередь должна использоваться лестничная клетка. Если невозможно проникнуть в помещение со стороны лестничной клетки или неэффективной оказывается работа ствола, проникнуть в помещение можно через окно или балкон по пожарным лестницам.

В ходе разведки отключаются силовая и осветительная сети.

Наибольшую опасность при тушении пожара на этажах представляет распространение огня в вертикальном направлении: по каналам вентиляции или пустотелым перегородкам, поэтому руководитель тушения пожара, выявив разведкой наличие вентиляционной установки и пустотелых перегородок, должен принять меры к быстрой разборке в необходимых местах каналов вентиляции или перегородок с тем, чтобы образовать разрыв и не допустить перехода огня на верхние этажи.

Ориентиром скрытых очагов пожара в перекрытиях, стенах-перегородках и вентиляционных каналах может служить выход нагретого плотного дыма из-под плинтусов и различных отверстий в конструкциях. Для нахождения открытых очагов горения ощупывают пол в местах наиболее вероятного горения. Очаги горения, находящиеся под слоем штукатурки, обнаруживают по пожелтению или обрушению штукатурки. При обнаружении скрытого горения в пустотных конструкциях перегородок и вентиляционных каналах разведку проводят на всех вышерасположенных этажах и чердаке.

В современных жилых домах с секционной планировкой развитие пожара заканчивается, как правило, в одной квартире и реже в секции. Но известны случаи распространения пожара в смешные секции и на вышерасположенные этажи даже при несгораемых межсекционных стенах и междуэтажных перекрытиях через отверстия у труб центрального отопления, а также водопроводных, канализационных труб, шахты лифтов в наружное ограждение.

### ***Тушение пожаров на черпаках***

Чердачное помещение – это часть пространства между крышей и чердачным перекрытием. Крыша и чердачное перекрытие являются основными ограждающими конструкциями чердачных помещений. Несущие конструкции крыши могут быть выполнены из дерева, железобетона или металла, а в качестве кровельного материала используют листовую сталь, черепицу, толь, рубероид и т. п.

Обычно в чердачных помещениях размещают вентиляционные каналы и камеры, тепловые сети и другое инженерное оборудование. Применение сгораемого утеплителя, а также хранение различного имущества увеличивает пожарную нагрузку чердаков и создает благоприятные условия для быстрого развития пожара. Помимо этого, развитию пожара на чердаках способствует постоянное движение воздуха через окна. Выходы на чердак устраняются из лестничных клеток общего пользования, а также по пожарным лестницам.

Пожар на чердаке может принять большие размеры еще до прибытия пожарных подразделений из-за позднего обнаружения и большой скорости распространения огня по сгораемым конструкциям.

Горение чердачного перекрытия обычно сопровождается плотным задымлением не только чердака, но и лестничных клеток. При этом существует угроза распространения огня в нижерасположенные этажи.

Чердачные помещения – труднодоступная часть здания, поэтому при проведении разведки особое внимание уделяют изучению лестничных клеток с выходом на чердак и наружных пожарных лестниц. Место наиболее интенсивного горения определяют по внешним признакам: выбивающимся языкам пламени, интенсивному выходу дыма из-под карнизов и слуховых окон. В ходе разведки выясняют конструктивные особенности чердака и расположение вентиляционных камер, а также возможность распространения по ним огня. Для проведения разведки используют маршевые и стационарные пожарные лестницы.

При развившемся пожаре с одновременным горением чердачного перекрытия и конструкций крыши боевые действия пожарных направлены на защиту этажей. Для этого крышу вскрывают ближе к карнизу с наветренной стороны, недалеко от места горения. Чердачное перекрытие вскрывают чаще снизу, из помещения верхнего этажа. Первые стволы для тушения пожара в чердаках подают, как правило, по внутренним лестницам. Для тушения пожара используют водяные струи из перекрывных стволов и пену средней кратности. Последующую подачу стволов в очаг пожара осуществляют через чердачные окна и подготовленные у карниза отверстия, по автомобильным, наружным, выдвижным лестницам и коленчатым подъемникам.

Для защиты верхних этажей предусматривают подачу в них перекрывных стволов.

Для выпуска дыма, снижения температуры, пропуска ствольщиков в чердачные помещения также вскрывают крышу.

Тушение пожаров ведется на высоте и крутых скатах крыши, что требует соблюдения особых мер предосторожности, соблюдения правил охраны труда и техники безопасности

Высокая температура и плотное задымление осложняют условия работы по тушению пожара на чердаках. Скопление работающих в чердачных помещениях и на крыше недопустимо, работы по вскрытию выполняют небольшие группы по два-три человека. Рекомендуется продвигаться по крыше вдоль конька.

При тушении пожаров в чердачных помещениях не рекомендуется пользоваться лифтом для подъема на высоту пожарных и оборудования, так как в любой момент может произойти его остановка из-за отключения электроэнергии в здании.

## **9.5 Тушение пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей**

К объектам с массовым пребыванием людей относятся здания, в которых на небольшой площади сосредоточено большое количество людей

(50 или более человек). Это театры, кинотеатры, школы, выставки, институты, магазины и т.д.

Здания с массовым пребыванием людей характеризуются наличием большого количества сгораемых материалов.

Особую трудность представляет собой тушение пожаров в период, когда здание заполнено людьми: массовая эвакуация в начальный период не дает возможности пожарным проникнуть в здание. При пожаре в здании с массовым пребыванием людей возможен целый ряд обстоятельств, влияющих на развитие пожара и на боевые действия пожарных подразделений (паника людей, быстрое распространение огня по сгораемой отделке, обрушение подвесных потолков, быстрое и плотное задымление помещений и т.п.).

Прибыв к месту вызова, РТП оценивает обстановку по внешним признакам, по информации администрации, эвакуированных людей сообщениям лиц местной пожарной охраны.

Наиболее важной задачей, которую предстоит решить РТП, является обеспечение безопасности людей находящихся в горящем здании.

Как правило, объекты с массовым пребыванием людей оборудованы местной радиотрансляционной сетью, поэтому при необходимости необходимо воспользоваться ею. Заранее следует подготовить различные варианты текстов оповещения. Если таких текстов нет, то следует привлечь лицо, знакомое большинству людей, находящихся в здании.

Если люди, находящиеся в здании, не знают о пожаре, то в объявлении лучше всего об этом не говорить, а сослаться на какую-либо техническую причину. Если люди, находящиеся в здании, догадались о пожаре и скрыть это невозможно, то представителю пожарной охраны следует спокойным голосом сказать, что пожар незначителен, опасность никому не угрожает, и предложить покинуть здание. Обслуживающий персонал должен открыть все выходы и направлять в них людей, призывая к порядку тех, кто проявляет беспокойство. При появлении признаков паники все усилия пожарных подразделений направляются на организацию плановой эвакуации людей.

РТП расставляет личный состав по путям эвакуации для организации спокойного выхода. После завершения эвакуации РТП проверяет все помещения здания.

Боевое развертывание не должно препятствовать спасательным работам. Для этого рукавные линии прокладываются через служебные входы, стационарные лестницы и по другим путям, не занятым спасательными работами.

При тушении пожаров в школах и других детских учреждениях необходимо установить связь с персоналом учреждения, немедленно привлечь его к эвакуации и проверке (перекличке) эвакуированных.

Во время пожаров в детских, лечебных и школьных учреждениях детей и больных эвакуируют воспитатели, педагоги и медицинские работники по заранее разработанным планам при активном участии и помощи пожарных.

В первую очередь эвакуируют детей младшего возраста. Спасательные

работы из горящих или отрезанных дымом помещений организуют в большинстве случаев через окна по ручным пожарным лестницам и спасательным веревкам. Иногда спасаемых переводят в менее опасные части здания, из которых затем проводят массовую эвакуацию в более спокойной обстановке. Всех детей после эвакуации распределяют по классам и проверяют, не остался ли кто-нибудь в горящих и задымленных помещениях,

В процессе разведки РТП (или командиры разведгрупп) выясняет состояние путей эвакуации и при необходимости их защиты немедленно вводит пожарные стволы от пожарных кранов, автотехники, приступает к снижению концентрации дыма в помещениях. Незадымленные помещения изолируют от задымленных брезентовыми перемычками.

При тушении пожара стволы в первую очередь подают для защиты эвакуационных путей, в очаг пожара, а также для защиты помещений, где находится ценное оборудование, запасы рентгеновской пленки, баллоны с газами, легковоспламеняющаяся жидкость.

Особенно опасные ситуации возникают при пожарах в коридорах и лестничных клетках.

Ликвидация горения на пожарах в этих зданиях мало отличается от приемов и способов, которые применяют при ликвидации горения на пожарах в жилых и общественных зданиях.

## **9.6 Тушение пожаров на промышленных предприятиях**

К взрывопожароопасным предприятиям относятся предприятия нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической и газовой промышленности. Неисправность оборудования и аппаратов, как правило, приводит к выбросу реактивных масс или газообразных продуктов в помещения цехов, к их воспламенению в смеси с кислородом воздуха.

На большинстве предприятий многие цехи и установки технологически жестко связаны между собой. Поэтому авария в одном месте может явиться причиной аварии в смежных установках. Технологические аппараты, трубопроводы, промежуточные емкости, насосы, задвижки и другое оборудование размещают в зданиях, на открытых многоэтажных этажерках, специально приспособленных площадках, в траншеях, колодцах и в других подземных сооружениях.

Существует много тактических приемов и способов ведения боевых действий на пожарах во взрывоопасных производствах. Часть из них связана с использованием стационарных установок пожаротушения, которые подают воду, пену, углекислоту, азот, создают инертную среду в объеме помещения или внутри аппаратов.

Другие приемы и способы связаны с использованием передвижных средств тушения пожара. Во всех случаях сначала сбрасывают давление в аппаратах, прекращают подачу веществ и выпускают их из аппаратов, колонн, трубопроводов в аварийные емкости. Отключают силовые и осветительные электрические сети и производственную вентиляцию. Все эти работы выполняет инженерно-технический персонал цеха (установки),

стремясь, чтобы эти операции не вызвали распространение пожара или создание аварийной обстановки в других местах. Выбор огнетушащих веществ и тактику их использования РТП согласует с инженерно-техническим персоналом, после чего дает указания командирам и ствольщикам.

В помещениях, где образуются смеси паров жидкостей с воздухом, взрыв может сопровождаться продолжительным пожаром.

### ***Тушение пожаров на нефтеперерабатывающих предприятиях***

На непрерывно действующих установках первичной обработки нефти, которые состоят из специальных печей для нагревания нефти до высокой температуры, насосных станций, системы нагревателей и холодильников, ректификационных колонн, нефть разделяют на фракции – бензин, лигроин, керосин и т. д. в соответствии с их температурами кипения.

Пожары на таких установках возникают в результате разрушения нефтепроводов в трубчатой печи, нарушения герметичности фланцевых соединений нефтепроводов, задвижек и т.д.

Небольшие загорания на ректификационной колонне тушит обслуживающий персонал при помощи огнетушителей, песка и водяных струй. Работу колонны не прекращают. При развившемся пожаре для охлаждения колонны подают лафетные стволы, которые устанавливают на возвышенных точках, факельное горение нефтепродукта тушат водяными струями. Горение нефтепродукта, разлившегося на аппаратном дворе установки, ликвидируют пеной средней кратности. Одновременно с действиями пожарных обслуживающий персонал приостанавливает работу установки, освобождает от нефтепродуктов и заполняет колонны инертным газом.

### ***Тушение пожаров на текстильных предприятиях***

При возникновении пожара на текстильном предприятии огонь быстро распространяется по сырью, готовой продукции, переходит с этажа на этаж, в пустоты перекрытий, а также в смежные помещения через различные проемы, по вентиляционной системе. Плотно задымляются помещения, резко повышается температура. Все это создает серьезную угрозу людям. Поэтому одной из главных задач пожарных является быстрое определение степени угрозы людям на пожаре, их спасание и эвакуация в безопасные места.

Разведку пожара в бесфонарных зданиях ведут сразу в нескольких направлениях группами по 2-3 человека.

Учитывая сложную планировку зданий, в состав разведки по возможности включают инженерно-технический персонал и рабочих.

В некоторых случаях тушение или локализация пожаров достигается при срабатывании спринклерной установки автоматического пожаротушения.

Рукавные линии от пожарных насосов прокладывают кратчайшими путями по транспортно-эвакуационным коридорам, через смежные

помещения, в лестничных клетках и т. д. В многоэтажных зданиях особое внимание обращают на защиту горючих перекрытий. Так как перекрытия несут большую нагрузку от станочного оборудования, то при необходимости их вскрытия и снятия металлической подшивки с потолков предохраняют от повреждений несущие элементы. Такие работы выполняются при консультации технического персонала предприятия. Во время развившихся пожаров в многоэтажных зданиях ствольщики занимают позиции ближе к лестничным клеткам и оконным проемам, у которых устанавливают пожарные лестницы. Водяные струи направляют в очаги наиболее интенсивного горения, а также на защиту несущих конструкций.

### ***Тушение пожаров на деревообрабатывающих предприятиях***

Современное деревообрабатывающее предприятие с комплексной переработкой сырья и отходов имеет в своем составе лесопильное, лесосушильное, деревообрабатывающее производства, а также производство различных изделий, полностью использующих всю древесину. К деревообрабатывающему предприятию относятся также склады круглого леса и пиломатериалов. Отходы производства собирают пневмотранспортом, трубы которого прокладывают на эстакадах, в подпольных каналах.

Пожарная опасность деревообрабатывающих предприятий обуславливается наличием большого количества горючего материала из древесины, опилок и стружек, по которым огонь распространяется с большой скоростью. Из-за быстрого развития пожара одним из главных требований к действиям пожарных является немедленная установка пожарных насосов на ближайшие водоисточники и подача лафетных и ручных стволов на тушение пожара. При пожарах в лесопильных цехах следует направлять водяные струи сначала навстречу фронту распространения огня по эстакадам и галереям, а затем по мере наращивания сил – в основной очаг горения, на крыши соседних зданий, чтобы предотвратить образование новых очагов от разлетающихся горящих головней и искр.

При возникновении пожаров в сушильных камерах для ликвидации горения используют стационарные установки пожаротушения, водяные струи, а также воздушно-механическую пену.

Немедленное введение водяных струй на путях распространения огня, на защиту технологического оборудования, несущих строительных конструкций (перекрытий, колонн, ферм и т.д.), в основной очаг горения, а также отключение системы пневмотранспорта – одно из решающих условий успешного тушения пожара в мебельных, фанерных, тарных и столярно-строительных цехах.

## **9.7 Тушение пожаров на открытой местности**

### ***Лесные и торфяные пожары***

Лесные и торфяные пожары представляют собой значительную опасность и приносят большой материальный ущерб. Лесные пожары могут быть низовые и верховые; торфяные пожары – по поверхности и подземные.

Широкое распространение получили следующие тушения лесных пожаров:

- захлестывание огня по кромке пожара;
- засыпка кромки пожара грунтом;
- пуск встречного огня (отжиг);
- тушение кромки пожара водяными струями и другими растворами;
- создание минерализованных полос;
- окапывание.

В зависимости от имеющихся сил и средств выбирают соответствующий тактический прием для ликвидации горения.

Основной прием ликвидации горения торфяных полей – окапывание горячей поверхности канавами до появления на дне минерального грунта или грунтовой воды. Канавы, по возможности, заполняют водой. Для поливки отдельных участков горящего поля используют ручные и лафетные стволы. Небольшие очаги горения рабочие и служащие торфопредприятия (группами 2-3 человека) заливают водой из ведер и засыпают землей лопатами. Устраивают также заградительные полосы при помощи бульдозеров, автогрейдеров, поливочных машин, валкователей и других механизмов. С этой целью полосу шириной 2 м очищают от сухого торфа и увлажняют его до 70 % (утрамбовывают и вновь увлажняют). В качестве заградительной полосы используют дороги, канавы и т. д.

На случай внезапного изменения обстановки на месте пожара создают резерв сил и средств. В качестве резерва используют пожарные подразделения, усиливая их дорожно-строительными механизмами. При горении штабелей торфа огонь распространяется как внутрь штабеля, так и по его поверхности. Горение торфа сопровождается разлетом искр на большие расстояния, что вызывает возникновение новых очагов. Для ликвидации внутренних очагов горения используют перфорированные фильтры из стальных труб, через которые вода (лучше с добавкой смачивателя) под напором проникает к очагу и ликвидирует его. Кроме того, разбирают штабеля и устраивают траншеи, для чего используют погрузочно-разгрузочные механизмы: экскаваторы, скреперы, бульдозеры, транспортеры и т. д.

После ликвидации основных очагов горения на месте пожара оставляют отделение для наблюдения и в случае повторного загораний – ликвидации его.

### ***Тушение пожаров легковоспламеняющихся горючих жидкостей в резервуарах***

Склады нефти и нефтепродуктов размещают на специальных площадках с обвалованием, благоустроенными дорогами, системой пожарного водоснабжения. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости хранят в наземных и подземных резервуарах. Резервуары различаются по конструкциям и материалам: металлические и железобетонные, круглые и прямоугольные в плане, с плавающими крышами и понтонами.

В настоящее время наиболее эффективным средством тушения пожаров в резервуарах является воздушно-механическая пена средней кратности.

Как правило, пожары в резервуарах начинаются с полного или частичного отрыва кровли, которая силой взрыва сбрасывается с резервуара. При частичном отрыве кровля опускается внутрь резервуара, образуя труднодоступные пространства, в которых происходит горение. Кровли из сборных железобетонных плит частично отбрасываются от резервуара, а часть плит погружается в него.

По прибытии к месту происшествия РТП в первую очередь организует разведку пожара и охлаждение горящего и смежных с ним резервуаров. Ствольщики орошают водяными струями периметр горящего резервуара и половину периметра всех соседних резервуаров. Струю воды при охлаждении направляют на верхний пояс резервуара (смещая ее поочередно влево и вправо), на пенные камеры и генераторы пены. Готовят пенную атаку и проводят ее.

При пожарах в подземных железобетонных резервуарах устанавливают возможность откачки продукта из горящего резервуара в резервный.

### ***Тушение пожаров газонефтяных фонтанов***

В процессе бурения скважин на газовых и нефтяных месторождениях иногда происходит открытое фонтанирование, сопровождающееся пожарами.

Если из скважин выходит больше половины нефти, то фонтан считают нефтяным. В газонефтяном фонтане содержится более 50 % газа, в газовых фонтанах – 95-100 % газа.

Основные способы ликвидации горения фонтанов:  
закачкой воды в скважину или закрытием задвижек превентора;  
компактными водяными струями;  
импульсной подачей порошка специальными установками;  
газоводяными струями;  
вихрепорошковым способом;  
взрывом заряда взрывчатого вещества;  
огнетушащим порошком с помощью пожарных автомобилей;  
комбинированным способом.

Прежде чем приступить к ликвидации горения фонтана, направляют его струю вверх. С этой целью расчищают устье скважины, отсоединяют и убирают часть устьевого оборудования, фонтаны с дебитом не менее 1 тыс. т/сут нефти или менее 1 млн м<sup>3</sup>/сут газа тушат водяными струями.

Для ликвидации горения фонтана водяными струями, сначала три-четыре струи из лафетных стволов направляют на устье скважины в основание фонтана, затем водяные струи вслед за струей "ведущего" ствола равномерно поднимают по струе фонтана до полного отрыва пламени. Одновременно охлаждают территорию вокруг устья скважины. При проскоке пламени вниз прием тушения водяными струями повторяют. Положения ствольщиков располагают на расстоянии 6-8 м от устья скважины. Давление



у насадков стволов 0,8-0,6 МПа (8-6 кгс/см<sup>2</sup>).

Наиболее эффективен способ тушения фонтанов с использованием автомобилей газоводяного тушения с турбореактивными двигателями.

При помощи одного АГВТ тушат фонтаны до 3 млн м<sup>3</sup>/сут газа. Автомобилями порошкового тушения тушат фонтаны из расчета 1 кг порошка на 1 кг нефти за одну секунду. При невозможности использования других способов тушения применяется способ тушения с применением заряда взрывчатого вещества.

## **9.8 Особенности тушения пожаров при неблагоприятных условиях**

### ***Тушение пожаров в условиях низких температур***

Работа личного состава в условиях низких температур в значительной степени осложняется возможными перебоями и отказами в работе пожарнотехнического вооружения. На таких пожарах чаще всего замерзают рукавные линии, разветвления, стояки пожарных гидрантов. При попадании воды спецодежда пожарных обмерзает и ограничивает подвижность, которая при низких температурах и так несколько понижена. Не исключена и возможность обморожения пожарных. Резко увеличивается опасность при тушении пожаров в условиях низких температур с сильным ветром.

Одной из основных задач руководителя тушения пожара является организация бесперебойной подачи воды к очагу пожара. Для этого рекомендуется прокладывать рукавные линии большего диаметра, разветвления по возможности устанавливать в подъездах зданий.

При тушении пожаров следует пользоваться стволами РС-70 и лафетными, не применять на открытых пожарах стволы-распылители и перекрывные стволы. Если все же приходится пользоваться перекрывными стволами, то не перекрывать их.

Поврежденные рукава следует заменять, не прекращая подачу воды, а только уменьшив давление в линии. Желательно проложить резервные рукавные линии, в первую очередь к стволам, работающим на решающем направлении.

### ***Тушение пожара при сильном ветре***

Факторами, отрицательно влияющими на работу личного состава при сильном ветре, являются быстрое распространение огня, возникновение очагов горения на значительном расстоянии от основного очага пожара, преграждение огнем путей отхода и окружение быстро распространяющимся огнем пожарных, обрушение подгоревших конструкций под силой ветра.

Разведку пожара следует проводить не только на горящем объекте, но и на окружающих зданиях и по всей территории, прилегающей к месту пожара.

Для тушения пожара подается большое количество мощных стволов со значительным расходом воды. Все боевые действия по прокладке рукавных пиний и подаче стволов должны проходить особенно быстро.

## ***Тушение пожара при недостатке воды***

Расположение водоисточников на значительном расстоянии от очага пожара требует привлечения почти всего личного состава и значительного количества техники.

При прибытии к месту пожара необходимо принять все необходимые меры по изысканию дополнительных водоисточников.

Успешное тушение пожаров при недостатке воды невозможно без грамотной, хорошо налаженной работы тыла, которой руководит начальник тыла.

Основная цель работы тыла – обеспечение достаточного количества огнетушащих веществ для тушения пожара.

Существует несколько способов подачи воды, наиболее распространенными являются: подвоз воды автоцистернами и подача воды перекачкой. Выбор способа подачи воды зависит от расстояния от водоисточника до места пожара, наличия и мощности насосов, а также числа пожарных рукавов, имеющихся на месте пожара.

Если невозможно подать воду к месту пожара по магистральным рукавам, ее подвозят автоцистернами, при недостатке последних рекомендуется использовать поливочные машины, молоковозы и бензовозы. В водоемах с низким уровнем воды и при отсутствии подъездов для ее забора применяют гидроэлеваторы и мотопомпы. Для быстрого их наполнения должен быть организован пункт заправки.

При недостатке воды из-за слабого давления в водопроводной сети включают дополнительные насосы на водопроводной станции или местные насосы-повысители, в некоторых случаях включают подачу воды в водопроводные сети. Эту задачу выполняет выездная аварийная бригада горводопровода.

Для прокладки магистральных рукавных линий в первую очередь используют рукавные автомобили.

В том случае, если на месте пожара нет водоисточников и доставить воду неоткуда и нечем, необходимо организовать работу по предотвращению распространения огня путем разборки конструкций.

## **Заключение**

Одна только Государственная противопожарная служба МЧС России не может решить все вопросы пожарной безопасности в стране. На руководителей предприятий Правилами пожарной безопасности возложена ответственность за состояние пожарной безопасности и содержание в исправном состоянии средств противопожарной защиты, за их использование только по прямому назначению.

Для осуществления мероприятий, гарантирующих пожарную безопасность людей и товарно-материальных ценностей, для выполнения профилактических требований, должны быть объединены усилия руководителей объектов, рабочих, служащих и представителей пожарной охраны.

Очень важно внедрять автоматические установки обнаружения и тушения пожаров в тех помещениях, цехах, на установках, где редко находятся люди или по условиям технологического процесса они не могут покинуть свои рабочие места для тушения пожара в начальной стадии его развития с помощью огнетушителей и пожарных кранов.

Материал, помещенный в данной книге, поможет руководителям объектов и организаций, ИТР, работникам предприятий, в повседневной работе по созданию требуемого противопожарного режима и в борьбе с пожарами.

## Литература

1. С.А. Горячев, Коньлов В.А, В.В. Попов, В.П. Прохоров, В.В. Рубцов, В.В. Терехнев. Основы пожарной безопасности. - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1990-242 с.
2. М.Г. Шувалов. Основы пожарного дела. М.: Стройиздат, 1983. - 400 с.
3. Я.С. Повзик. Пожарная тактика. - М.: ЗАО «Спецтехника», 1999. - 414 с.
4. В.В. Терехнев, А.В. Терехнев. Управление силами и средствами на пожаре. МЧС РФ. Академия ГПС. М, 2003. - 260 с.
5. В.В. Терехнев, В.В. Терехнев, А. В. Подгрушный, В.А. Грачев. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре. Учебное пособие. МЧС РФ. Академия ГПС. М., 2004-288 с.
6. Пожарные автомобили предприятий России. Сб. нормативных документов. Вып. 8. М;ФГУ ВНИИПО МВД России. - 2000 г. - 346 с.
7. Пожарная безопасность. 2004. №4 с 7 - 15.
8. Трудовой кодекс Российской Федерации (от 21.12.2001 года).
9. Постановление Российской Федерации «О пожарной безопасности».
10. Федеральный закон от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности».
11. Рекомендации по организации работ службы охраны труда в организации (прил. к постановлению Минтруда РФ от 08.02.2000 г. №14).
12. А.Н. Баратов, В.А. Пчелинцев. Пожарная безопасность. Издательство Ассоциация строительных вузов. М. 1997 г. 176 с.
13. В.В. Терехнев. Справочник руководителя тушения пожара. МЧС РФ, АГПС. М. 2004 г. 248 с.
14. В.А. Грачев, СВ. Собурь. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Справочник. Под ред. д.т.н. проф. Е.А. Мешалкина. М. 2003, 232 с.
15. В.П. Филимонов. Тенденции развития рынка материалов для пассивной огнезащиты. Пожаровзрывобезопасность №4. 2003. с 49-55.
16. В.И. Фомин. Пожарная автоматика. Пожарная безопасность. Средства обеспечения пожарной безопасности. 2002 г.
17. И.В. Смирнов, В.М. Николаев. Установки пожаротушения: проблемы выбора. Пожарная безопасность. №24 1999 г. с 84-89.
18. В.И. Фомин. Обслуживание установок пожарной автоматики. Пожарная безопасность. 2006. с 236-238.
19. НПБ 163-97 «Пожарная техника. Основные пожарные автомобили».
20. С.В. Собурь. Огнетушители. Справочник. М.: Пожкнига, 2004. – 96 с.
21. НПБ 110-03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите АУП и автоматической пожарной сигнализацией».
22. С.В. Собурь. Установки пожаротушения автоматические. М.: Спецтехника, 2001 – 398 с.

- 23.С.В. Собурь. Пожарная безопасность предприятия. М.: Пожкнига, 004 – 500с.
- 24.Методы оценки токсической опасности дыма при пожаре (С.И. Зернов)  
Проблемы пожарной безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1992 – Вып. II.
- 25.Правила пожарной безопасности для города Москвы.
- 26.ГОСТ 4.106-83. Газовые огнетушащие составы. Номинклатура показателей.
- 27.ГОСТ 12.1.004- 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 28.ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 29.НПБ-88-2001\*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.
- 30.НПБ-105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 31.СНиП 10-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
- 32.Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
- 33.В.И. Титков. Четвертая стихия. Из истории борьбы с огнем. – М.: Объединенная редакция МВД России, 1998. – 192 с.
- 34.Н.И. Шаблов, Г.А. Дюжева. Огненный крест С.П.: 1996 – 340 с.
- 35.ВВ. Терещнев, В.А. Грачев, А.В. Терещнев. Организация службы начальника караула пожарной части. М.: ООО «ИБС – ХОЛДИНГ», 2005. – 230 с.
- 36.ВВ. Терещнев, В.А. Грачев, А.В. Подгрушный, А.В. Терещнев. Пожарно-строевая подготовка. М.: ООО «ИБС – ХОЛДИНГ», 2004. – 350 с.