

Вопрос 1. Пожарная тактика

1. Развитие пожара

Необходимо хорошо представлять себе, как развивается пожар. Человеку, оказавшемуся в зоне пожара, такие знания помогут принять правильные решения по обеспечению собственной безопасности и безопасности окружающих.

Эти знания также необходимы для организации тушения пожара первичными средствами пожаротушения до прибытия пожарной команды. Развитие пожара во времени характеризуется тремя фазами.

1) Первые минут 10 (это среднее время) **огонь распространяется линейно вдоль горючего материала.** В это время дым заполняет помещение, пламени почти не видно; температура внутри помещения нарастает, доходит до 250—300 °С, т.е. до температуры разложения и воспламенения большинства сгораемых материалов. К концу первой фазы резко возрастает температура в зоне горения, пламя распространяется на всю пожарную нагрузку и на все конструкции. После этого пожар переходит в фазу объемного развития.

2) Фаза объемного развития почти всегда характеризуется мгновенным распространением пламени по всему помещению. Еще через 10 минут наступает разрушение остекления и увеличивается приток свежего воздуха, что резко ускоряет развитие пожара. Скорость выгорания достигает максимума. В этих условиях горят даже трудногорючие материалы, создаются условия для обрушения строительных конструкций. Возникают наибольшие трудности в тушении пожара. На 20—25-й минуте от начала пожара происходит его стабилизация, которая продолжается 20—30 мин. После этого пожар идет на убыль, если не имеет возможности распространения на другие помещения.

3) В третьей фазе происходит догорание материала. Температура в зоне горения остается высокой, растет расход огнетушащих веществ, некоторые из них оказываются малоэффективными. <1>

<1> Ключкова Е .А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. М., 2007.

2. Особенности горения разных веществ

Механизм горения газов, жидкостей и твердых веществ существенно различен. Зажигание горючих газовых и паровых смесей может происходить при их контакте смеси с нагретыми поверхностями, искрами или пламенем.

1) Горение жидкости происходит в паровой фазе. В результате испарения над поверхностью жидкости образуется слой пара, который, смешиваясь с кислородом воздуха, создает горючую смесь. Количество горючей смеси зависит от скорости испарения, обусловленной летучестью вещества, его температурой, подвижностью воздуха и давлением среды над поверхностью испарения. Зоной горения является тонкий светящийся слой, в который с поверхности жидкости поступает пар, а из воздуха кислород. Устойчивое горение происходит в том случае, если скорость испарения равна скорости сгорания пара.

2) Горение твердых веществ происходит также в паровой и газовой фазах. Воздействие внешнего тепла источника зажигания вызывает нагрев твердой фазы и ее

разложение с выделением горючих паров и газов. Продукты разложения воспламеняются и сгорают. Выделяющееся тепло нагревает следующие слои твердого вещества, вызывая поступление в зону горения новых порций горючих паров и газов.

3) Горение аэрозолей (смеси твердых частиц пыли с воздухом) и аэрогелей (смесь распыленных частиц жидкости с воздухом) по механизму ближе к горению газоздушных и паровоздушных горючих смесей. При горении аэрозолей взрывная волна взмывает осевшую пыль. Образуется свежая взрывоопасная смесь с большей концентрацией горючей фазы. Зажигание этой аэрозвеси приводит к усилению взрыва. Такое явление наблюдается при взрывах пыли на угольных шахтах и производствах с большим выделением горючих пылей. Если концентрация газа меньше, чем НКПР (нижний концентрационный предел распространения пламени) и выше, чем ВКПР, то процесса горения не будет.

Опыт показывает, что при сужении пространства на пути распространения пламени скорость движения фронта уменьшается. При определенных размерах узких каналов пламя гаснет. Установлено что **для каждой горючей смеси критический размер сужения является постоянной величиной.** Этот эффект используют в конструкциях взрывобезопасного оборудования, крышки и разъемы в таком оборудовании выполняют с тушащим зазором. В зависимости от величины тушащего зазора категоризируют взрывоопасные смеси. <1>

<1> Голик А. С., Иванов Ю. И. Теория горения и взрыва. Кемерово, 2011.

3. Горение полное и неполное, продукты сгорания

В процессе горения образуются **продукты сгорания**. Состав их зависит от горящего вещества и условий горения. Продукты сгорания, за исключением окиси углерода, гореть не способны.

Дым, образующийся при горении органических веществ, содержит твердые частицы и газообразные продукты (углекислый газ, окись углерода, азот, сернистый газ и другие). В зависимости от состава веществ и условий их горения получается различный по содержанию дым. **Дымы, образующиеся при горении разных веществ, отличаются не только составом, но цветом и запахом.** По цвету дыма можно определить, какое вещество горит, хотя цвет дыма изменяется в зависимости от условий тления. При горении древесины дым имеет серовато-черный цвет; бумаги, сена, соломы — беловато-желтый; ткани и хлопка — бурый; нефтепродуктов — черный и т. д.

Наименование горючего вещества	Объем дыма, м ³ /кг	Наименование горючего газа	Объем дыма, м ³ /м ³
Ацетон	8,14	Ацетилен	12,40
Бензин	12,59	Бутан	33,44
Бумага	4,21	Водород	2,88
Древесина (сосна) (W = 20 %)	4,40	Метан	10,52
Керосин	12,80	Пропан	25,80
Резина	10,22	Природный газ	10,40
		Этан	18,16

Объем дыма при горении веществ

Во время пожара продукты сгорания не только осложняют его тушение, но и способствуют распространению. Нагретые до высокой температуры продукты сгорания, соприкасаясь с конструкциями и предметами, выполненными из сгораемых материалов, нагревая их, создают условия для горения.

Различают два вида горения: полное, протекающее при достаточном и избыточном количестве кислорода, и неполное, происходящее при недостаточном его количестве. **При неполном горении** образуется окись углерода, а **при полном** — углекислый газ, которые при определенной их концентрации в воздухе поражают органы дыхания человека.

Отравляющее действие окиси углерода при содержании ее в воздухе в пределах 0,5—1,0% проявляется очень быстро. Углекислый газ в малых концентрациях (до 2%) не приводит к заметным изменениям дыхания. Значительные его концентрации (от 4% и более) опасны для жизни. При концентрации углекислого газа 10% в воздухе человек теряет сознание.

В процессе горения некоторых веществ выделяются также ядовитые отравляющие газы. Поэтому для защиты органов дыхания и зрения человека от отравляющих веществ любых концентраций **при тушении пожара следует пользоваться кислородно-изолирующим противогазом.**

Лица, не имеющие средств индивидуальной защиты, должны быть немедленно эвакуированы на свежий воздух.

С момента возникновения пожара создаются условия для газового обмена. Нагретый воздух и продукты сгорания в зоне горения в силу физического свойства — теплового расширения имеют меньший удельный вес по сравнению с холодным, относительно тяжелым окружающим воздухом. Вследствие этого нагретый воздух и продукты сгорания образуют восходящий поток газов, удаляющийся от очага пожара вверх. Одновременно к очагу пожара со свежим воздухом поступает кислород.

Скорость восходящего потока газов увеличивается, если разность температур дыма и газов, окружающих очаг пожара, также повышается. Возрастание скорости восходящего потока приводит к увеличению количества воздуха, поступающего в зону горения, в связи с чем усиливается интенсивность горения и повышается температура. С увеличением газового обмена неполнота горения уменьшается.

Тепло при пожаре может передаваться тремя способами: теплопроводностью, радиацией и конвекцией.

1) Передача тепла теплопроводностью осуществляется при непосредственном соприкосновении материала с источником тепла.

Основными источниками теплового импульса являются открытое пламя и искра.

Удаление горючих материалов от источника огня или теплового импульса, непрерывное охлаждение их или экранирование исключают передачу тепла теплопроводностью.

2) Тепловая энергия, излучаемая путем радиации, способна распространяться на всю массу реагирующих материалов и веществ. С увеличением расстояния между тепловым источником и нагреваемым предметом степень воздействия лучистого тепла уменьшается и исключается возможность горения материала. На этом принципе — увеличение расстояния — разрабатываются нормы противопожарных разрывов между тепловым источником и сгораемым материалом, зданием или между различными зданиями и сооружениями.

Действие лучистого тепла уменьшают: охлаждением водой нагреваемого материала, созданием тепловой изоляции (асбестом, кошмой, песком, слоем пены); экранированием и удалением горючих материалов; снижением температуры в зоне радиации.

3) Влияние тепловой энергии на горючие материалы конвекцией обусловливается перемещением масс жидкости или газа вследствие разности температур в их частях. Более нагретые, а следовательно, менее плотные массы жидкости или газа стремятся перемещаться вверх, а холодные, более плотные — вниз. Соприкосновение нагретых газообразных продуктов сгорания (газов) или жидкости с горючими материалами и веществами при определенной температуре может привести к их воспламенению.

Чтобы устранить тепловое влияние конвекционных потоков нагретых газов на материалы и конструкции сооружений, перекрывают каналы, шахты и отверстия. На открытых площадках объектов для этого создают водяные завесы. <1>

<1> Коваль Ю. И. Теория горения и взрыва: методические указания. Новосибирск, 2017.

4. Прекращение горения

Физико-химический процесс горения состоит в том, что происходит взаимодействие горючего вещества с окислителем, в результате чего выделяется тепловое излучение, свет и тепловая энергия с превращением горючей смеси в продукты сгорания.

Химический процесс горения протекает при наличии горючего вещества, кислорода и источника воспламенения. Горючую систему составляют горючее вещество и кислород, а источник горения вызывает реакцию системы. **Химический процесс горения** может протекать и без участия кислорода: вызывать реакцию окисления может хлор, бром, азотная кислота, бертолетова соль, перекись натрия и другие вещества. Система горения может быть химически однородной и неоднородной. Химически однородная система отличается

тем, что молекулы горючего вещества равномерно распределяется в воздушной среде, а в химически неоднородных системах это распределение является неоднородным. **Физико-химический процесс горения** может быть тепловым и цепным. В основе теплового горения лежит химическая реакция, способная протекать с прогрессирующим самоускорением вследствие накопления выделяющегося тепла. **Цепное горение** встречается в случаях некоторых газофазных реакций при низком давлении.

Процесс горения обоих типов может быть осложнён возникновением термического **самоускорения**. Условия термического самоускорения могут быть обеспечены для всех реакций с достаточно большими тепловыми эффектами и энергиями активации. Горение может начаться самопроизвольно в результате самовоспламенения либо быть инициированным зажиганием. Расчёт риска пожарной безопасности также производится при учёте знаний о процессе горения.

Прекращение горения любого вещества достигается путём физического или химического воздействия на реакцию горения, в результате чего происходит уменьшение количества выделяющегося тепла, снижение температуры горения и в конечном счете прекращение реакции.

Прекращение горения достигается по нескольким механизмам. Исходя из этого различают следующие механизмы прекращения горения: разбавление концентраций реагирующих веществ; изоляция реагирующих веществ; охлаждение реагирующих веществ; химическое торможение реакции горения. На практике, часто совмещают одновременно несколько методов прекращения горения.

1) Прекращение горения путём разбавления концентрации реагирующих веществ основано на разбавлении воздуха или горючего вещества, поступающего в зону горения, негорючими веществами до тех пор, пока образующаяся в зоне реакции смесь станет негорючей. **Условия прекращения горения** в таком случае требуют, чтобы используемые для этой цели вещества были негорючими, низкотеплопроводными, обладать большой теплоемкостью и не поддерживать горения. **К таким веществам относятся:** азот, продукты сгорания, двуокись углерода, водяной пар. Их можно вводить непосредственно в факел пламени, а также в объем помещения, где происходит горение.

2) Прекращение горения путём изоляции реагирующих веществ. В этом случае горючее вещество или зону горения отделяют от воздуха. Огнетушащие средства: твердые листовые материалы (войлок, асбест, металлические крышки и др.), негорючие сыпучие материалы (песок, тальк и др.), жидкие вещества (химическую и воздушно-механическую пену, воду в чистом виде и с добавками, повышающими ее вязкость и смачивающую способность), газообразные вещества (продукты сгорания, азот, двуокись углерода). Тушение методом охлаждения реагирующих веществ - до такого состояния, когда выделяющиеся пары не в состоянии будут воспламениться. **Условия прекращения горения**, которое осуществляется огнетушащими средствами, состоят в их высокой теплоемкости, величиной удельной теплоты плавления и парообразования, способности равномерно распределяться на поверхности горящего вещества.

Способы прекращения горения предусматривают выполнение сотрудниками противопожарной службы заданной последовательности действий, направленных на ликвидацию возгорания.

Пожарная безопасность предусматривает основные применяемые **способы прекращения горения, которые разделены на такие категории:**

-по месту введения огнетушащих средств: на поверхность горения; на поверхность горючих материалов, защищаемых от воспламенения; в объем помещения, где происходит пожар; в объем пламени; в объем горючих веществ;

-по времени введения огнетушащих средств: последовательно и одновременно - пенная атака.

Такие **способы прекращения горения** подразумевают применение в качестве огнетушащего средства воду или средств, получаемых на основе воды. Способ погашения очага возгорания путём последовательного введения огнетушащих средств могут применяться для тушения и нераспространяющихся пожаров.

Способы прекращения горения путём одновременного введения предусматривает введение огнетушащих средств для прекращения горения несколькими подразделениями.

Приемы одновременного введения применяются при тушении нераспространяющихся пожаров, когда применяемое огнетушащее средство должно подаваться в течение короткого времени, так как быстро разрушается в условиях пожара или когда для применения и введения огнетушащего средства требуется длительная подготовка:

-по последовательности прекращения горения на площади пожара: это одновременное прекращение горения на всей площади пожара; последовательное прекращение горения на площади пожара;

-по введению огнетушащего средства на площадь пожара: введение огнетушащего средства в одно место пожара; введение огнетушащего средства в несколько мест пожара.

Требуемый расход огнетушащего средства, например воды, для прекращения горения может быть введен на площадь пожара одной или несколькими струями. В качестве оборудования применяются различные типы огнетушителей. <1>

<1> Марков В. Ф., Маскаева Л. Н., Миронов М. П., Пазникова С. Н. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: Учебное пособие. Екатеринбург, 2009.

5. Пожарная тактика – общие понятия

Пожарная тактика - наука о закономерностях развития пожара, способах его тушения и спасания людей с использованием сил и средств пожарной охраны. Основным предметом изучения пожарной тактики является подготовка к тушению и тушение пожаров различными силами и средствами.

Подготовка к тушению включает:

- определение структуры,
- обоснование численности и дислокации подразделений пожарной охраны,
- разработку и корректировку оперативных документов, планирующих тактическую и психологическую подготовку подразделений пожарной охраны,
- разработку мероприятий, обеспечивающих необходимые условия для успешного тушения пожаров в населённых пунктах и организациях.

Пожарная тактика решает следующие задачи:

- познаёт закономерности развития пожара,
- разрабатывает способы тушения пожаров и приёмы спасания людей,
- разрабатывает способы ведения боевых действий по тушению пожаров,
- разрабатывает организационную структуру,

- изучает тактические возможности и методы подготовки подразделений пожарной охраны. <1>

<1> Пожарная безопасность. Энциклопедия. М., 2007.

6. Развитие пожарной тактики в России

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

В прошлом, когда населенные пункты застраивались в основном деревянными домами, крытыми соломой и щепой, пожар, возникший внутри помещения, быстро переходил в открытый (наружный).

Тактика тушения такого пожара сводилась к **поливанию горящего строения водой из ведер**.

Однако это не могло привести к успеху, поэтому горящее строение, как правило, сначала разбирали, а затем уже отдельные конструкции поливали водой и ушили.

Появление в России ручных насосов в XVII веке не могло изменить применяемого ранее способа, тушения - разборки конструкций - из-за недостаточной эффективности насосов и их ограниченного числа.

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

Автор вышедшей в Петербурге книги (1818г.) «Практическое наставление брондмистером» В. Горголи считал, что основными принципами тушения пожара является прекращение доступа воздуха к очагу горения. **Он определил три способа тушения:**

- 1) поливание горящих поверхностей водой, накрывание мокрым войлоком, засыпка землей и т.д.;
- 2) защита не горящих частей здания;
- 3) закрывание дверей, окон и других проемов в помещении (изоляция помещения от притока свежего воздуха).

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

В 1819 году в Москве была издана брошюра П. Шумлянского “Дополнение к сочинению о способах против пожара” в которой рассматривается вопрос о механизме горения и **предлагается по тому времени совершенно новый способ подавления горения искусственным дымом**. Автор утверждал, что если воспрепятствовать притоку свежего воздуха к очагу горения посредством образования большой концентрации дыма, то в зоне горения будет недостаточно кислорода. И горение прекратится. В книге приводится так же состав для получения искусственного дыма (порох, глина и вода). Однако, как выяснилось позднее, этот состав достаточными огнетушащими свойствами не обладал.

В 1888 году вышла в свет книга инженера - технолога М. Колесник - Кулевича “О противопожарных средствах”, в которой дается **обоснование огнетушащего действия воды, водяного пара, водных растворов различных солей, негорючих газов, сыпучих (песок, земля).** И тому подобных веществ, а так же рассматриваются вопросы теории горения. Эта книга по существу являлась первым в России трудом, в котором были разработаны вопросы теории горения в условиях пожара и его подавления.

Во второй половине XIX века в России развиваются нефтедобывающая промышленность, а так же другие отрасли промышленности, связанные с применением огнеопасных веществ. Пожары, возникающие на предприятиях, где использовались такие вещества, принимали угрожающие размеры.

В связи с этим надо было найти способы и средства борьбы с такими пожарами.

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

В начале XX столетия в России инженером-технологом П.Г. Лораном было открыто новое средство тушения пожаров - **огнетушащая пена.** Он провел в Баку более 20 опытов по тушению горящих нефтепродуктов в различных емкостях. Большая часть этих опытов показала эффективность тушения пожаров нефти пеной. В докладе, сделанном в химическом отделе Русского технологического общества 1 декабря 1904 года, Лоран изложил способ получения пены, основанный на химической реакции образования углекислоты при смешивании растворов углекислых солей с жидкими кислотами. Лоран так же разработал способ получения химической пены из порошков, которые предварительно нужно было растворить в воде, и способ получения воздушно-механической пены. Открытие А.Г. Лорана имело мировое значение и было признано научными кругами многих стран.

А.Г. Лоран выдвинул так же идею **способа тушения горячей жидкости путем ее перемешивания.** Однако этой идее суждено было претвориться в жизнь лишь спустя нескольких десятков лет.

Завершающим этапом развития пожарной тактики в дореволюционный период можно считать книгу Требезова “Пожарная тактика” (1913). По существу, эта была первая капитальная теоретическая работа, обобщающая практику тушения пожаров. Правда, она носила в основном описательный характер, но тем не менее имела огромное значение для дальнейшего развития теоретической пожарной тактики.

Наибольшее развитие получила пожарная тактика в годы советской власти. Появились мощная и многообразная пожарная техника и оборудование, значительно **увеличилось число огнетушащих средств (пены различных кратности и состава, огнетушащие порошки, растворы смачивателей в воде, галонирование углеводороды, парогазовые и другие составы), усовершенствовались способы их применения.**

Большой размах получили научные исследования по испытанию и выявлению **эффективности новых средств, способов и приемов тушения.**

Значительный вклад в разработку теоретических основ пожарной тактики и в практику тушения пожаров в нашей стране внес Н.А. Тарасов-Агалаков. Особенно большая его заслуга в том, что он сделал первую серьезную попытку обоснования пожарной тактики как науки. В 1964 году им был написан доклад на тему “Некоторые вопросы перспектив развития пожарной тактики как науки”, в котором он отмечал, что настало время, когда **пожарная тактика может получить свое дальнейшее развитие и когда именно**

пожарная тактика может ставить задачи перед исследователями в изыскании новых средств и способов тушения пожаров, разработке новых видов техники, когда пожарная тактика может более четко определить наиболее целесообразную систему организации пожарной охраны.

Практический опыт тушения пожаров широко обобщается в руководящих документах, а так же в трудах, изданных опытными работниками пожарной охраны. Принятый в 1970 году Боевой устав пожарной охраны разработан на основе более чем полувекового опыта тушения пожаров в нашей стране. Широко известны книги С.Г. Голубева, А.М. Гарпинченко, М.В. Данилова, А.А. Кальма, И.Ф.Кимстача и других авторов, посвященные различным вопросам пожарной тактики.

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

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

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

Одной из задач подготовки начальствующего состава является изучение пожарной тактики. **Основы тактических знаний изучают в пожарно - технических учебных заведениях.**

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

Работа подразделений пожарной охраны требует от всего личного состава высоких моральных качеств, профессионального мастерства, инициативы, способности выдерживать большие физические нагрузки. Поэтому необходимо заботиться о воспитании личного состава частей пожарной охраны и поддержании их в состоянии постоянной готовности.

Таким образом, **содержание пожарной тактики как учебной дисциплины призвано раскрывать особенности действий по тушению пожаров подразделениями пожарной охраны на основе обстановки, складывающейся на пожаре.**

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

Значение этого или иного предмета в применении к пожарной тактике чрезвычайно велико, так как именно **в области тушения пожаров наблюдается влияние знаний смежных дисциплин, а так же специфических факторов объективного и субъективного порядка**, из-за условий изменчивости конкретной боевой обстановки на пожарах. <1>

<1> Повзик Я. С. Справочник РТП. М., 2000.

7. Основные огнетушащие вещества

Огнетушащие вещества и средства, применяемые для тушения пожаров, делятся на первичные, стационарные и полустационарные.

Первичные средства пожаротушения предназначены для ликвидации небольших загораний до приведения в действие стационарных и полустационарных средств или прибытия пожарной команды. К ним относятся ручные и передвижные огнетушители, переносные огнетушащие установки с различными **огнетушащими веществами**, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, бочки с водой и ведра к ним, противопожарные щиты с набором инвентаря и др.

Для ликвидации пожара необходимо прекратить доступ окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества в зону горения, снизить их поступление до величин, при которых горение не может происходить; охладить зону горения ниже температуры самовоспламенения или понизить температуру горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавить горючие вещества негорючими веществами.

Основные огнетушащие вещества — вода в жидком и парообразном состоянии, химическая и воздушно-механическая пена, водные растворы солей, инертные газы, галоидированные огнетушащие составы и сухие огнетушащие порошки.

Наиболее распространенным средством тушения пожаров является вода. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ; 1 л воды при нагревании от 0 до 100°C поглощает около 4*10⁵ Дж теплоты, а при испарении — 22*10⁵ Дж. При испарении воды образуется большое количество пара (из 1 л образуется больше 1700 л пара), который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара.

1) Вода используется в виде компактных или распыленных струй, в тонкораспыленном состоянии (с размером капель 10 мкм) и со смачивателями. В виде компактных и распыленных струй из лафетных и ручных пожарных стволов вода применяется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов (круглых и пиленых материалов и изделий из древесины), тяжелых нефтепродуктов, для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленной водой эффективно тушатся твердые вещества и материалы, горючие и даже легковоспламеняющиеся жидкости. При этом снижается расход воды, минимально увлажняются и портятся материалы, снижается температура в горящем помещении и осаждаются дым.

Для тушения веществ, плохо смачиваемых водой (например, хлопка, торфа), **в воду для уменьшения ее поверхностного натяжения вводят специальные смачиватели.**

Водяной пар применяют для тушения пожаров в помещениях объемом до 500 м³ и небольших пожаров на открытых площадках и установках. Пар увлажняет горящие предметы и снижает концентрацию кислорода. <1>

<1> Статья: Огнетушащие вещества и средства для тушения пожаров (URL: <http://www.woodtechnology.ru/oxrana-truda/pozharnaya-bezopasnost/ognetushashhie-veshhestva-i-sredstva-dlya-tusheniya-pozharov.html>). М., 2009.

Вещества и материалы, на которые нельзя подавать воду и ее растворы:

Вещество, материал	Степень опасности
Азид свинца	Взрывается при увеличении влажности до 30%
Алюминий, магний, цинк, цинковая пыль	При горении разлагают воду на кислород и водород
Битум	Подача компактных струй воды ведет к выбросу и усилению горения
Гидриды щелочных и щелочноземельных металлов	Реагируют с водой с выделением водорода, возможен взрыв
Гидросульфит натрия	Самовозгорается и взрывается от действия воды
Гремучая ртуть	Взрывается от удара компактной водяной струи
Железо кремнистое (ферросилиций)	Выделяется фосфористый водород, самовоспламеняющийся на воздухе
Калий, кальций, натрий, рубидий, цезий металлические	Реагируют с водой с выделением водорода, возможен взрыв
Кальций и натрий (фосфористые)	Реагируют с водой с выделением фосфористого водорода, самовоспламеняющегося на воздухе
Калий и натрий (перекиси)	При попадании воды возможен взрывообразный выброс с усилением горения
Карбиды алюминия, бария и кальция	Разлагаются с выделением горючих газов, возможен взрыв
Карбиды щелочных металлов	При контакте с водой взрываются
Магний и его сплавы	При горении разлагают воду на водород и кислород
Метафос	С водой реагирует с образованием взрывоопасного вещества
Натрий сернистый и гидросерноокислый	Сильно разогревается (свыше 400 °С), может вызвать возгорание горючих веществ, а также ожог при попадании на кожу, сопровождающийся труднозаживающими язвами
Негашеная известь	Реагирует с водой с выделением большого количества тепла
Нитроглицерин	Взрывается от удара струи воды
Селитра	Подача струи воды в расплав ведет к сильному взрывообразному выбросу и усилению горения
Серный ангидрид	При попадании воды возможен взрывообразный выброс
Сесквихлорид	Взаимодействует с водой с образованием взрыва
Силаны	Реагируют с водой с выделением водородистого кремния, самовоспламеняющегося на воздухе
Термит, титан и его сплавы, титан четыреххлористый, электрон	Реагируют с водой с выделением большого количества теплоты, разлагают воду на кислород и водород
Триэтилалюминий и хлорсульфоновая кислота	Реагируют с водой с образованием взрыва
Фосфорид алюминия	Разлагается от воды и самовоспламеняется
Цианамид калия	При увлажнении выделяется ядовитый цианистый водород

<1>

<1> Статья: Вода - огнетушащее вещество (URL: http://wiki-fire.org/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%83%D1%88%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.ashx). М., 2018.

2) **Пена** представляет собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по поверхности горящей жидкости, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения. В связи с тем, что в пене содержится вода, происходит некоторое охлаждение поверхности жидкости.

Применяют два вида пены: химическую и воздушно-механическую. Химическую пену получают при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии специальных веществ — пенообразователей, при этом образуется углекислый газ. Пузырьки газа обволакиваются водой с пенообразователем, в результате создается устойчивая пена, которая может долго оставаться на поверхности жидкости. Воздушно-механическая пена представляет собой смесь воздуха, воды и пенообразователя. Пену используют для тушения легковоспламеняющихся жидкостей.

3) **Инертные газы**, главным образом углекислота и азот, понижают концентрацию кислорода в очаге горения и тормозят интенсивность горения. Их целесообразно использовать в тех случаях, когда применение воды может вызвать взрыв, распространение горения, повреждение аппаратуры и приборов и уникальных ценностей (в музеях и др.). Они плохо тушат вещества, способные тлеть (дерево, бумагу), и не тушат волокнистые материалы (хлопок, ткани и др.).

4) **Углекислота** — незаменимое средство для быстрого тушения небольших очагов пожара, а также вследствие своей неэлектропроводности для тушения загоревшихся электродвигателей и других электротехнических установок.

5) **Порошковые составы** применяют для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, сжиженных газов и др. Огнегасящее действие их основано на изоляции горящего материала от доступа кислорода воздуха или изоляции паров или газов от зоны горения. Отрицательным свойством таких порошков является то, что они не охлаждают горящие вещества и те могут повторно воспламениться от нагретых конструкций. **Применение порошковых составов ограничено** ввиду их сравнительно небольшой огнетушащей эффективности, кроме того, при хранении они слеживаются. <1>

<1> Статья: Огнетушащие вещества и средства для тушения пожаров (URL: <http://www.woodtechnology.ru/oxrana-truda/pozharnaya-bezopasnost/ognetushashhie-veshhestva-i-sredstva-dlya-tusheniya-pozharov.html>). М., 2009.

8. Интенсивность подачи и расход огнетушащих веществ

1) Понятие о интенсивности подачи огнетушащих веществ.

Область ликвидации горения на пожаре с интенсивностью подачи огнетушащих веществ, от нижнего до верхнего пределов, называется **областью тушения**.

Существует минимальное значение интенсивности подачи, ниже которого горение не прекращается, как бы долго огнетушащее вещество не подавалось. Это значение называется **нижним пределом интенсивности подачи**. Верхним пределом интенсивности подачи

огнетушащего вещества называется такое его значение, выше которого время прекращения горения практически не изменяется.

Используя значения интенсивности подачи огнетушащего вещества, находящиеся между верхним и нижним (критическим) пределами, можно ликвидировать горение на пожаре различным количеством сил и средств. При этом необходимо иметь в виду, что при подаче огнетушащего вещества высокой интенсивностью требуется привлекать в несколько раз больше сил и средств, чем при использовании низких интенсивностей. Поэтому рекомендуется применять интенсивности подачи огнетушащих веществ, при которых их расход, количество сил и средств, а так же время ликвидации горения будут минимальными. Такие интенсивности подачи огнетушащих веществ называются оптимальными и приводятся в таблицах. Обычно за оптимальную принимается интенсивность подачи огнетушащих веществ несколько выше критического или минимального значения.

2) Виды интенсивности подачи огнетушащих веществ

Различают следующие интенсивности подачи:

линейную – I_L , л/(с•м); кг/(с•м);

поверхностную – I_S , л/(с•м²); кг/(с•м²);

объемную — I_V , л/(с•м³); кг/(с•м³).

Они определяются опытным путем или расчетами при анализе потушенных пожаров. Можно воспользоваться соотношением:

$$I = \frac{Q_{об}}{P_T}$$

где: $Q_{об}$ – расход огнетушащего вещества в единицу времени при проведении опыта или тушении пожара, л/с, кг/с; P_T – величина расчетного параметра пожара, (длина - м, площадь - м², объем - м³).

Наиболее часто в расчетах используется поверхностная интенсивность подачи (по площади пожара – л/(с•м²)).

Интенсивность может быть фактическая и требуемая (нормативная).

3) Требуемая интенсивность

Требуемая интенсивность подачи ОВ – это требуемое количество огнетушащего вещества которое необходимо подавать в единицу времени на расчетную единицу параметра пожара. При проведении пожарно-тактических расчетов определяется по таблицам справочных пособий (чаще всего по различным справочникам РТП).

4) Фактическая интенсивность

Фактическая интенсивность подачи ОВ – это среднее количество огнетушащего вещества, которое подается в единицу времени на расчетную единицу параметра пожара во время его тушения. Определяется расчетом. В случае, если пожар потушен или опыт завершен, тогда:

$$I_{ф} = \frac{W_{об}}{P_T \cdot \tau}$$

где: $W_{об}$ – объем огнетушащих веществ (л, м³, кг) израсходованный за все время τ (сек, мин, ч) тушения.

Пример 1:

На тушение пожара площадью 200м^2 было израсходовано 1000м^3 воды в течение 6 часов. Тогда, фактическая интенсивность будет равна:

$$I_{\Phi} = \frac{W_{\text{ОВ}}}{P_{\text{T}} \cdot \tau} = \frac{1000\text{м}^3 \cdot 1000}{200\text{м}^2 \cdot 6\text{ч} \cdot 3600} = 0,231\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$$

Примечание: в справочной литературе, как правило, значения интенсивности подачи огнетушащих веществ имеют размерность $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, поэтому указанные в примере величины переводятся в требуемую размерность ($1\text{м}^3 = 1000\text{л}$, $1\text{ч} = 3600\text{сек}$).

Если пожар еще не потушен или опыт находится в процессе выполнения – $W_{\text{ОВ}}$ – неизвестен, тогда можно определить I_{Φ} по соотношению (1):

$$I_{\Phi} = \frac{Q_{\text{ОВ}}}{P_{\text{T}}}$$

где: $Q_{\text{ОВ}}$ – расход огнетушащего вещества в единицу времени при проведении опыта или тушении пожара, л/с, кг/с; P_{T} – величина расчетного параметра пожара, (длина - м, площадь - м^2 , объем - м^3).

Пример 2:

Фактический расход огнетушащих веществ при тушении пожара составляет – $7,4\text{л}/\text{с}$ (2 ствола Б или 1 ствол А), площадь тушения составляет 50м^2 . Тогда:

$$I_{\Phi} = \frac{7,4\text{ л/с}}{50\text{м}^2} = 0,148\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$$

Сравнивая фактическую и требуемую интенсивности подачи ОВ, можно сделать вывод о наступлении условия локализации по требуемой интенсивности подачи огнетушащих веществ:

$$I_{\Phi} \geq I_{\text{тр}}$$

т.е. фактический расход огнетушащих веществ должен быть больше требуемого, в противном случае, горение не прекращается, площадь пожара продолжает увеличиваться.

Например, для примера №2:

при $I_{\text{тр}}=0,1\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$,

$0,148 > 0,1$ – условие выполняется.

если же $I_{\text{тр}}=0,15\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$,

$0,148 < 0,15$ – условие не выполняется.

5) Интенсивность подачи огнетушащих веществ на защиту

Если в нормативных документах и справочной литературе нет данных по интенсивности подачи огнетушащих веществ на защиту объектов (например, при пожарах в зданиях), ее устанавливают по тактическим условиям обстановки и осуществления оперативно-тактических действий на пожаре, исходя из оперативно-тактической характеристики объекта, или принимают уменьшенной в **4 раза** по сравнению с требуемой интенсивностью подачи на ликвидацию горения для данного объекта.

$$I_3 = 0,25 \times I_{\text{тр}}$$

6) Справочные данные

Интенсивность подачи воды на тушение некоторых объектов:

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
Здания и сооружения		
Административное здание I СО	0,06	
Административное здание II СО	0,06	
Административное здание III СО	0,06	
Административное здание IV СО	0,1	
Административное здание V СО	0,15	
Ангар	0,2	
Галерея топливоподдачи электростанции	0,1	
Гараж	0,2	
Животноводческое здание I СО	0,1	
Животноводческое здание II СО	0,1	
Животноводческое здание III СО	0,1	
Животноводческое здание IV СО	0,15	
Животноводческое здание V СО	0,2	
Жилой дом I СО	0,06	
Жилой дом II СО	0,06	
Жилой дом III СО	0,06	
Жилой дом IV СО	0,1	
Жилой дом V СО	0,15	
Зрительный зал культурно-зрелищного учреждения	0,15	
Кабельный туннель или полуэтаж электростанции	0,2	
Лечебное учреждение I СО	0,1	
Лечебное учреждение II СО	0,1	
Лечебное учреждение III СО	0,1	
Лечебное учреждение IV СО	0,1	

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
Лечебное учреждение V СО	0,1	
Масляный выключатель электростанции	0,1	
Мастерская	0,2	
Машинный зал или котельная электростанции	0,2	
Мельница	0,14	
Окрасочный цех производственного здания	0,2	
Подвальное помещение административного здания	0,1	
Подвальное помещение жилого дома	0,15	
Подвальное помещение производственного здания	0,3	
Подсобное помещение культурно-зрелищного учреждения	0,15	
Производственное здание I СО	0,15	
Производственное здание II СО	0,15	
Производственное здание III СО	0,2	
Производственное здание IV СО	0,25	
Производственное здание V СО	0,25	
Реактор электростанции	0,1	
Сгораемое покрытие производственного здания при тушении при развившемся пожаре	0,15	
Сгораемое покрытие производственного здания при тушении снаружи со стороны покрытия	0,08	
Сгораемое покрытие производственного здания при тушении	0,15	

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
снизу внутри здания		
Склад бумаги в рулонах	0,2	
Склад каучука	0,2	
Склад круглого леса в штабелях	0,2	
Склад куч, балансовой древесины при влажности более 40 %	0,2	
Склад куч, балансовой древесины при влажности до 40 %	0,2	
Склад льноволокна	0,2	
Склад пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности 16..18%	0,2	
Склад пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности 18...20%	0,2	
Склад пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности 20..30%	0,2	
Склад пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности более 30%	0,2	
Склад пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности до 16%	0,2	
Склад резинотехнических изделий (штабеля на открытой площадке)	0,2	
Склад резинотехнических изделий в зданиях	0,2	
Склад текстильных изделий	0,2	
Склад торфа в штабелях	0,2	
Служебные помещения метрополитена	0,09	
Строящееся здание	0,15	
Сцена культурно-зрелищного учреждения	0,2	
Торговое предприятие	0,2	
Трамвайное депо	0,2	
Трансформатор электростанции	0,1	
Троллейбусное депо	0,2	
Холодильник	0,1	

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
Чердачное помещение административного здания	0,1	
Чердачное помещение жилого дома	0,15	
Чердачное помещение производственного здания	0,15	
Эlevator	0,14	
Эскалаторы метрополитена	0,13	
Твердые материалы		
Бумага разрыхленная	0,3	
Древесина балансовая при влажности 40...50%	0,2	
Древесина балансовая при влажности менее 40%	0,5	
Карболит	0,3	
Каучук	0,3	
Круглый лес в штабелях	0,35	
Льнокостра в отвале	0,2	
Льнотрест (скирда, тюк)	0,25	
Отходы пластмасс	0,3	
Пиломатериал в штабелях при влажности 20...30%	0,3	
Пиломатериал в штабелях при влажности 8...14%	0,45	
Пиломатериал в штабелях при влажности свыше 30%	0,2	
Пластмасса (реактопласт)	0,1	
Пластмасса (термопласт)	0,14	
Полимерные материалы и изделия из них	0,2	
Резина и резинотехнические изделия	0,3	
Текстолит	0,3	
Торф фрезерный (при удельном расходе 110...140л/м ²)	0,1	
Торф фрезерный (при удельном расходе	0,2	

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
235л/м ²)		
Триацетатная пленка	0,3	
Удобрения	0,2	
Хлопок и другие волокнистые материалы в закрытом складе	0,3	
Хлопок и другие волокнистые материалы на открытом складе	0,2	
Целлулоид	0,4	
Щепа в кучах с влажностью 30...50%	0,1	
Ядохимикаты	0,2	
Транспортные средства		
Автомобиль	0,1	
Вагон метрополитена	0,11	
Внутренняя отделка воздушного средства	0,08	
Железнодорожный грузовой вагон с твердыми сгораемыми материалами	0,25	0,1
Железнодорожный грузовой вагон с хлопковой продукцией	0,4	0,1
Железнодорожный грузовой вагон с контейнерами	0,2	0,1
Железнодорожный пассажирский вагон	0,35	0,15
Конструкции воздушного средства с наличием магниевых сплавов	0,25	
Корпус воздушного средства	0,15	
Надстройка водного судна	0,2	
Трамвай	0,1	
Троллейбус	0,1	
Трюм водного судна	0,2	
Жидкости		
Ацетон	0,4	
ГЖ разлившаяся по поверхности	0,2	
Нефтепродукты с температурой вспышки	0,3	

Объект	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для тушения	Интенсивность подачи л/(с*м ²) для защиты
28...60 градусов С		
Нефтепродукты с температурой вспышки больше 60 градусов С	0,2	
Нефтепродукты с температурой вспышки ниже 28 градусов С	0,4	
Нефть или конденсат вокруг скважины фонтана	0,2	
Спирт	0,4	
Термоизоляция пропитанная нефтепродуктами	0,2	

Примечания:

1. При подаче воды со смачивателем интенсивность подачи по таблице снижается в 2 раза.
2. Хлопок, другие волокнистые материалы и торф необходимо тушить только с добавлением смачивателя.

Интенсивность подачи огнетушащих порошковых составов (ОПС) при тушении некоторых пожаров:

Вещества и материалы	Интенсивность подачи порошка кг/(с*м ²)
Алюминийорганические и литийорганические соединения (АОС, ЛОС) (разлив)	0,5
Древесина	0,08
Нефтепродукты с температурой вспышки паров 28 "С и ниже (разлив):	
при тушении лафетным стволом	1
при тушении ручным стволом	0,36
Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки паров (выше) 28 "С (разлив)	0,16
Самолеты	0,3
Сжиженный газ (разлив):	
при тушении лафетным стволом	1
при тушении ручным стволом	0,35
Спирт	0,3
Толуол	0,2

<1>

<1> Терехнев В. В. Расчет параметров развития и тушения пожаров (Методика, примеры, задания). – Екатеринбург, 2011.