

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
Нижегородского учебного центра ФПС
полковник внутренней службы

Н. И. Кузьмин

" _____ " _____ 2011 г.

ПЛАН-КОНСПЕКТ

**проведения занятий по дисциплине «Пожарная тактика»
со слушателями курсов подготовки
руководителей добровольных пожарных команд**

ТЕМА № 1 «Пожар и его развитие. Прекращение горения»

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

- **учебная:** ознакомить слушателей с общими сведениями о пожаре и его развитии, с классификацией пожаров, основами прекращения горения на пожаре, с огнетушащими веществами и их классификацией.
- **воспитывающая и развивающая:** формировать у слушателей необходимые умения и навыки прекращения горения, совершенствовать навыки тушения пожаров.

КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ: 2 часа.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный класс по пожарной тактике.

ВИД ЗАНЯТИЯ: урок

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ОПРОСА: устная

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: мультимедийная аппаратура, стенды, доска, мел.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Повзик Я.С., Пожарная тактика: М.:ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 1999 год;
2. Тербнёв В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика, Москва 2007 год
3. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
4. Повзик Я.С., Справочник РТП: М.:ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА» 2000 год.

1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ - 10 МИНУТ.

- организационный момент (доклад дежурного, проверка личного состава);

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ - 60 МИНУТ.

Изложение нового материала по вопросам:

1. Пожар и его развитие. Явления, сопровождающие пожар.
2. Опасные факторы пожара и их сопутствующие проявления.
3. Основные зоны на пожаре, стадии пожара и их краткая характеристика.
4. Классификация пожаров по условиям газового обмена, виду горящих материалов.
5. Условия и принципы прекращения горения на пожаре.
6. Огнетушащие вещества.

3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ - 10 МИН:

А) Ответы на вопросы слушателей.

Б) Методика закрепления материала устная. Опрос 4-5 слушателей.

Вопросы:

1. Что такое пожар, что составляет основу горения?
2. Что такое опасные факторы пожара? Что относится к опасным факторам пожара и их сопутствующим проявлениям?
3. Какие зоны различают на пожаре?
4. На какие классы подразделяются пожары по виду горючего материала?
5. Назовите способы прекращения горения.
6. Что такое огнетушащие вещества, какие требования к ним предъявляются?
7. Перечислите виды огнетушащих веществ по доминирующему принципу прекращения горения.

В) Подведение итогов занятия.

Г) Задание на самоподготовку:

- стр. 10-42 Повзик Я.С., Пожарная тактика: М.:ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 1999 год;
- законспектированный материал.

План-конспект составил:

Старший преподаватель Нижегородского учебного центра ФПС
подполковник внутренней службы

Д.Г. Филин

« ____ » _____ 2011 г.

План-конспект рассмотрен и одобрен на заседании цикла специальных дисциплин (пожарная тактика) Нижегородского УЦ ФПС

Протокол № ____ от « ____ » _____ 2011 г.

Вопрос № 1. Пожар и его развитие. Явления, сопровождающие пожар.

Пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Основа горения - экзотермическая (с выделением тепла) реакция окисления вещества, сопровождающаяся, по крайней мере, одним из трех факторов: пламенем, свечением, выделением дыма.

Все горючие вещества (органические) 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°C .

Физико-химические основы горения заключаются в термическом разложении вещества или материала до углеводородных паров и газов, которые под воздействием высоких температур вступают в химическое взаимодействие с окислителем (кислородом воздуха), превращаясь в процессе сгорания в углекислый газ (диоксид углерода), угарный газ (окись углерода), сажу (углерод) и воду, и при этом выделяется тепло и световое излучение.

Условия возникновения горения:

- наличие горючего вещества,
- наличие окислителя
- наличие источника зажигания.

Горючее вещество и окислитель должны быть нагреты до определенной температуры источником зажигания. В установившемся процессе горения постоянным источником воспламенения является зона горения, т.е. область, где происходит реакция, выделяется тепло и свет.

Источники зажигания:

- 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.

Сгорание веществ может быть полным и неполным. При полном сгорании образуются продукты, не способные к дальнейшему горению (CO_2 , H_2O , HCl); при неполном получающиеся продукты способны к дальнейшему горению (C , CO , CH , H_2S , HCN , NH_3), как правило, продукты неполного сгорания являются токсичными. Признаком неполного сгорания является наличие дыма, содержащего несгоревшие частицы углерода (сажи). Продуктами сгорания называют газообразные, жидкие и твердые вещества, образующиеся в результате соединения горючего вещества с кислородом в процессе горения. Состав их зависит от состава горящего вещества и условий его горения. В условиях пожара чаще всего горят органические вещества (древесина, ткани, бензин, пластмасса, резина и др.) в состав которых входят главным образом углерод,

водород, кислород и азот. Реже во время пожара горят неорганические вещества, такие как сера, фосфор, натрий, калий, алюминий, титан, магний и др.

При изменении концентрации кислорода в воздухе изменяется и интенсивность горения. Горение большинства веществ прекращается при содержании кислорода в воздухе менее 16 %.

При нагревании все жидкие горючие вещества и большинство твердых, испаряясь или разлагаясь, превращаются в газообразные, которые образуют горючие смеси с кислородом или другим окислителем. Чтобы началось горение газовой смеси, не обязательно наличие внешнего источника зажигания, достаточно повышение температуры до определенного предела.

Пожар, помимо горения, включает явления массо- и теплообмена, развивающиеся во времени и пространстве. Эти явления взаимосвязаны и характеризуются параметрами пожара: скоростью выгорания, температурой и т.д. и определяются рядом условий, многие из которых носят случайный характер.

Явления массо- и теплообмена называют **общими явлениями**, т.е. характерными для любого пожара независимо от его размеров и места возникновения. Только ликвидация горения может привести к их прекращению. При пожаре процесс горения в течение достаточно большого промежутка времени не управляется человеком. Следствием этого процесса являются большие материальные потери.

Общие явления могут привести к возникновению **частных явлений**, т.е. таких, которые могут происходить на пожарах, а могут и не происходить. К ним относят: взрывы, деформацию и обрушение технологических аппаратов и установок, строительных конструкций, вскипание или выброс нефтепродуктов из резервуаров и другие явления. Возникновение и протекание частных явлений возможно лишь при создании на пожарах определенных благоприятных для этого условий.

Пожар сопровождается еще и социальными явлениями, наносящими обществу не только материальный ущерб. Гибель людей, термические травмы и отравления токсичными продуктами горения, возникновение паники на объектах с массовым пребыванием людей и т.п. – тоже явления происходящие на пожарах. И они тоже частные, так как вторичны от общих явлений, сопровождающих пожар. Это особая группа явлений, вызывающая значительные психологические перегрузки и даже стрессовые состояния у людей.

Вывод: Пожаром называется неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Основу горения составляет экзотермическая (с выделением тепла) реакция окисления вещества, сопровождающаяся, по крайней мере, одним из трех факторов: пламенем, свечением, выделением дыма.

Вопрос № 2. Опасные факторы пожара и их сопутствующие проявления.

Опасные факторы пожара (ОФП) – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

К ОФП, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям ОФП относятся:

- 1) осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 2) радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 3) вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- 5) воздействие огнетушащих веществ.

Предельные значения ОФП согласно ГОСТ 12.0.004-90. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»:

- Температура среды 70°С
- Тепловое излучение 500 Вт/м²
- Содержание оксида углерода 0,1% (об.)
- Содержание диоксида углерода 6% (об.)
- Содержание кислорода менее 17% (об.)

Вывод: Опасными факторами пожара (ОФП) являются факторы, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

Вопрос № 3. Основные зоны на пожаре, стадии пожара и их краткая характеристика.

Пространство, в котором развивается пожар, условно подразделяется на три зоны:

- зона горения,
- зона теплового воздействия;
- зона задымления.

Зона горения - часть пространства, в котором протекают процессы термического разложения или испарения горючих веществ и материалов (твердых, жидких, газов, паров) в объеме диффузионного факела пламени. Горение может быть пламенным (гомогенным) и беспламенным (гетерогенным). При пламенном горении границами зоны горения являются поверхность горящего материала и тонкий светящийся слой пламени (зона реакции окисления), при беспламенном – раскаленная поверхность горящего вещества.

Примером беспламенного горения может служить горение кокса, древесного угля, тление, например, войлока, торфа, хлопка и т.д.

Зона теплового воздействия - часть пространства, примыкающая к границам зоны горения. В этой части пространства протекают процессы теплообмена между поверхностью пламени, окружающими ограждающими конструкциями и горючими материалами.

Передача теплоты в окружающую среду осуществляется тремя способами:

- конвекция,
- тепловое излучение,
- теплопроводность.

Конвекция - перенос тепловой энергии путем перемещения или перемешивания частиц жидкости или газа.

Тепловое излучение (лучистый теплообмен) - перенос тепловой энергии в виде электромагнитных волн.

Теплопроводность - перенос тепловой энергии при непосредственном соприкосновении веществ, материалов и конструкций.

Границы зоны проходят там, где тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов, конструкций и создает невозможные условия для пребывания людей без тепловой защиты.

Зона задымления - часть пространства, примыкающего к зоне горения, в котором невозможно пребывание людей без защиты органов дыхания и в котором затрудняются боевые действия подразделений пожарной охраны из-за недостатка видимости.

В процессе развития пожара различают три стадии:

- начальная стадия,
- основная (развитая) стадия,
- конечная стадия.

Эти стадии характерны для всех пожаров независимо от того, где произошел пожар: на открытом пространстве или в помещении.

I фаза (10 мин) - 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°C (температура увеличения среднеобъемной температуры в помещении 15°C в 1 мин). Приток воздуха в помещение сначала увеличивается, а затем медленно снижается. По-

этому очень важно в это время обеспечить изоляцию данного 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 при первых признаках пожара (дым, пламя). Если очаг пожара виден, необходимо по возможности принять меры к тушению пожара первичными средствами пожаротушения до прибытия пожарных подразделений.

Продолжительность I фазы составляет 2-30% от общей продолжительности пожара.

II фаза (30-40 мин) - стадия объемного развития пожара (основная стадия).

Бурный процесс, 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 с 500-600 до 800-900°С. Максимальная скорость выгорания — 10-12 мин.

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

III фаза - затухающая стадия пожара (конечная стадия).

Догорание в виде медленного тления, после чего через некоторое время (иногда весьма продолжительное) пожар догорает и прекращается.

Вывод: Пространство, в котором развивается пожар, условно подразделяется на три зоны: зону горения, зону теплового воздействия и зону задымления.

В процессе развития пожара различают три стадии: начальную, основную (развитую) и конечную.

Вопрос № 4. Классификация пожаров по условиям газового обмена, виду горящих материалов.

По условиям массо-, тепло- и газообмена с окружающей средой все пожары разделены на две больших группы:

- на открытом пространстве;
- в ограждениях.

Пожары на открытом пространстве условно подразделяются на три подгруппы:

- распространяющиеся;
- не распространяющиеся;
- массовые.

Распространяющимися называют пожары с увеличивающимися размерами (площадь, периметр, ширина фронта пожара и т.д.).

Не распространяющимися называют пожары, у которых размеры остаются неизменными. Примером не распространяющегося пожара могут служить пожары нефтепродуктов в резервуарах. Однако при определенных условиях не распространяющиеся пожары могут перерасти в распространяющиеся.

Массовые под которыми понимают совокупность отдельных и сплошных пожаров в населенных пунктах, крупных складов горючих материалов и на промышленных предприятиях. Примерами массовых пожаров могут служить лесные пожары, пожары торфяных и хлебных полей большой площади, пожары твердых и жидких горючих материалов большой площади, пожары в сельских населенных пунктах, застроенных зданиями V степени огнестойкости.

Пожары в ограждениях, в свою очередь, подразделяют на две подгруппы:

- открытые;
- закрытые.

Открытыми пожарами называют пожары, протекающие при полностью или частично открытых проемах.

Закрытыми пожарами называют пожары, протекающие при полностью закрытых проемах.

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) **A** - пожары твердых горючих веществ и материалов;
- 2) **B** - пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов;
- 3) **C** - пожары газов;
- 4) **D** - пожары металлов;
- 5) **E** - пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением;
- 6) **F** - пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Вывод: *Пожары классифицируются по условиям массо-и теплообмена с окружающей средой, в зависимости от вида горящих материалов и веществ, по признаку изменения площади горения, по размерам и материальному ущербу, по продолжительности и другим признакам сходства или различия.*

Вопрос № 5. Условия и принципы прекращения горения на пожаре.

Большое внимание заслуживают параметры и условия, за границами которых горение не может протекать. Прежде всего, сюда следует отнести: концентрационные пределы распространения пламени, температурные пределы

распространения пламени и ряд других параметров, которые являются производными от этих пределов.

Процессы горения не могут протекать вне значений указанных параметров, т.е. процессы горения либо не возникнут, а если они существовали, то прекратятся. Эти параметры представляют интерес для работников пожарной охраны в связи с тем, что возникает возможность оказывать заметное влияние на эти величины и, изменяя тем или иным образом условия, можно добиваться прекращения процессов горения: снижение скорости тепловыделения или увеличение скорости теплоотвода от зоны горения.

Критическое условие при этом — снизить температуру горения ниже температуры потухания.

При пожаре горение газов, жидкостей и твёрдых веществ всегда протекает в форме диффузионного горения.

Принципиально к нему разработаны все существующие способы тушения пожаров.

Схему диффузионного горения можно представить в следующем виде.



Из приведённой схемы видно, что диффузионное горение может происходить при следующих условиях:

1. Кислород воздуха поступает в зону горения в количестве, достаточном для образования горючей смеси;

2. Горючие пары и газы поступают в зону горения в количестве, необходимом для создания горючей смеси.

Это возможно в том случае, если:

- Количество тепла, поступающего из зоны горения к горючему веществу, подготавливает его к горению;
- Верхний слой горючего вещества нагрет выше температуры самовоспламенения
- Температура зоны горения достаточна для самовоспламенения горючей среды.

Рассмотрев условия, при которых протекает диффузионное горение, можно определить пути, ведущие к его прекращению.

Диффузионное горение приостанавливается, если:

- Концентрация кислорода в воздухе станет ниже 12-16 % или кислород совсем не будет поступать в зону горения;

- Количество поступающих в зону горения горючих паров или газов станет ниже предела воспламенения или вообще прекратится;
- Температура зоны горения упадёт ниже температуры самовоспламенения горючей смеси или эта зона будет изолирована от горючего вещества.

В зависимости от основного процесса, приводящего к прекращению горения, способы тушения можно разделить на четыре группы:

- 1) охлаждение зоны горения огнетушащими веществами или посредством перемешивания горючего;
- 2) разбавление горючего или окислителя (воздуха) огнетушащими веществами;
- 3) изоляция горючего от зоны горения или окислителя огнетушащими веществами и (или) иными средствами;
- 4) химическое торможение реакции горения огнетушащими веществами.

Прекращение горения может достигаться комбинированным применением перечисленных способов.

Приемы тушения - это те составные части способа прекращения горения, которые могут изменяться в процессе действий пожарных подразделений при изменении обстановки на пожаре.

Вывод: Основными способами прекращения горения веществ и материалов являются:

- 1) охлаждение зоны горения огнетушащими веществами или посредством перемешивания горючего;***
- 2) разбавление горючего или окислителя (воздуха) огнетушащими веществами;***
- 3) изоляция горючего от зоны горения или окислителя огнетушащими веществами и (или) иными средствами;***
- 4) химическое торможение реакции горения огнетушащими веществами.***

Вопрос № 6. Огнетушащие вещества.

Огнетушащие вещества – это вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают процесс горения.

Требования, предъявляемые к огнетушащим средствам:

- высокий эффект тушения при сравнительно малом расходе;
- доступность, дешевизна, простота в применении;
- отсутствие вредного действия при их применении на людей и материалы, экологическая чистота и безопасность.

По доминирующему принципу прекращения горения огнетушащие вещества подразделяются на:

- охлаждающего действия (вода, твёрдая углекислота);
- разбавляющего действия (негорючие газы (углекислый газ, азот), водяной пар, тонко распылённая вода);

- изолирующего действия (химическая и воздушно-механическая пена, огнегасительные порошки, сыпучие негорючие материалы и пр.);
- ингибирующего действия (галоидированные углеводороды: фреоны, бромистый метилен, бромистый этил, тетрафтордибромэтан).

Однако следует отметить, что все огнетушащие вещества, поступая в зону горения, прекращают горение комплексно, а не избирательно.

Интенсивность подачи огнетушащих веществ I_{mp} – это количество огнетушащего вещества, подаваемое за единицу времени на единицу расчетного параметра (л/с·м – линейная, л/с·м² – поверхностная, л/с·м³ – объемная).

Требуемая I_{mp} – количество огнетушащего вещества, которое необходимо подавать за единицу времени на единицу расчетного параметра тушения. Определяется требуемая интенсивность на основе расчетов, экспериментов, статистических данных по результатам тушения реальных пожаров и т.д.

Фактическая I_f – количество огнетушащего вещества, которое фактически подано за единицу времени на единицу расчетного параметра тушения.

Требуемый расход – это весовое или объемное количество огнетушащего средства, подаваемого в единицу времени (л/с, кг/с, м³/с).

Фактический расход – это весовое или объемное количество огнетушащего средства, фактически подаваемого в единицу времени (л/с, кг/с, м³/с).

Общий расход – это весовое или объемное количество огнетушащего средства, необходимого на весь период прекращения горения и защиты не горящих объектов с учетом запаса (резерва) (л, кг, м³).

1. Охлаждающие огнетушащие вещества.

Для охлаждения горящих материалов применяются жидкости, обладающие большой теплоемкостью.

Для большинства горючих материалов применяется *вода*.

Положительные свойства воды как огнетушащего вещества.

1) Вода обладает **большой теплоемкостью** (4187 Дж/кг · град) при нормальных условиях и **высокой теплотой парообразования** (2236 кДж/кг), поэтому, попадая в зону горения, на горящее вещество, вода отнимает от горящих материалов и продуктов горения большое количество теплоты. При этом она частично испаряется и превращается в пар, увеличиваясь в объеме в 1700 раз (из 1 л воды при испарении образуется 1700 л пара), благодаря чему происходит разбавление реагирующих веществ, что само по себе способствует прекращению горения, а также вытеснению воздуха из зоны очага пожара.

2) Вода обладает **высокой термической стойкостью**. Ее пары только при температуре свыше 1700 °С могут разлагаться на кислород и водород, усложняя тем самым обстановку в зоне горения. Большинство же горючих материалов горит при температуре, не превышающей 1300-1350 °С и тушение их водой не опасно.

3) Вода имеет **низкую теплопроводность**, что способствует созданию на поверхности горящего материала надежной тепловой изоляции. Это свойство, в сочетании с предыдущими, позволяет использовать ее не только для тушения, но и для защиты материалов от воспламенения.

4) **Малая вязкость и не сжимаемость воды** позволяют подавать ее по рукавам на значительные расстояния под большим давлением.

5) Вода *способна растворять некоторые пары, газы и поглощать аэрозоли*. Значит, водой можно осаждать продукты горения на пожарах в зданиях. Для этих целей применяют распыленные и тонкораспыленные струи.

6) Некоторые горючие жидкости (жидкие спирты, альдегиды, органические кислоты и др.) растворимы в воде, поэтому, смешиваясь с водой, они образуют негорючие или менее горючие растворы.

7) Вода с абсолютным большинством горючих веществ *не вступает в химическую реакцию*.

Отрицательные свойства воды как огнетушащего вещества:

1) Основной недостаток у воды как огнетушащего средства заключается в том, что *из-за высокого поверхностного натяжения* ($72,8 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²) она *плохо смачивает твердые материалы и особенно волокнистые вещества*. Для устранения этого недостатка к воде добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ), или, как их называют, смачиватели. На практике используют растворы ПАВ, поверхностное натяжение которых в 2 раза меньше, чем у воды. Применение растворов смачивателей позволяет уменьшить расход воды на тушение пожара на 35-50 %, снизить время тушения на 20-30 %, что обеспечивает тушение одним и тем же объемом огнетушащего вещества на большей площади.

2) Вода имеет *относительно большую плотность* (при 4 °С — 1 г/см³, при 100 °С — 0,958 г/см³), что ограничивает, а иногда и исключает ее применение для тушения нефтепродуктов, имеющих меньшую плотность и нерастворимых в воде.

3) *Малая вязкость воды способствует тому, что значительная часть ее утекает с места пожара*, не оказывая существенного влияния на процесс прекращения горения. Если увеличить вязкость воды до $2,5 \cdot 10^{-3}$ м/с, то значительно снизится время тушения и коэффициент ее использования повысится более чем в 1,8 раза. Для этих целей применяют добавки из органических соединений, например, КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза).

4) Металлические магний, цинк, алюминий, титан и его сплавы, термит и электрон при горении создают в зоне горения температуру, превышающую термическую стойкость воды, т.е. больше чем 1700 °С. Тушение их водяными струями недопустимо.

5) Вода *электропроводна*, поэтому ее нельзя применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

6) Вода *реагирует с некоторыми веществами и материалами (пероксидами, карбидами, щелочными и щелочноземельными металлами и т.п.)*, которые поэтому нельзя тушить водой.

2. Изолирующие огнетушащие вещества.

Создание между зоной горения и горючим материалом или воздухом изолирующего слоя из огнетушащих веществ и материалов - распространенный способ тушения пожаров, применяемый пожарными подразделениями. При его реализации применяются разнообразные огнетушащие вещества, способные на некоторое время изолировать доступ в зону горения либо кислорода воздуха, либо горючих паров и газов.

В практике пожаротушения для этих целей широкое применение нашли:

- жидкие огнетушащие вещества (пена, вода и т.д.)
- газообразные огнетушащие вещества (продукты взрыва и т.д.)
- негорючие сыпучие материалы (песок, тальк, флюсы, огнетушащие порошки и т.д.)
- твердые листовые материалы (асбестовые, войлочные, брезентовые полотна, кошма, листовое железо и т.д.).

Основным средством изоляции являются пены: химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена нашла применение в огнетушителях (химически пенных). Кратность примерно равна 5. Трудоемкость получения химической пены и достаточно высокие материальные затраты, вредное воздействие на органы дыхания и окружающую среду и другие недостатки ограничивают ее практическое применение.

Воздушно-механическая пена (ВМП).

ВМП получается в результате механического перемешивания водного раствора пенообразователя с воздухом в специальном стволе (пеногенераторе).

Основное огнетушащее свойство пены — изолирующая способность, т.е. способность препятствовать испарению горючего вещества и проникновению через слой пены паров, газов и различных излучений. Изолирующие свойства пены в основном зависят от кратности, стойкости и дисперсности.

Кратность (K) - отношение объема пены к объему раствора, из которого она получена. По кратности пены подразделяются на низкократные ($K < 20$), средней кратности ($21 < K < 200$) и высокократные ($K > 200$). Кратность пены зависит от состава пенообразующих веществ и массовой доли их в растворе, конструкции пеногенераторов, давления на sprays пеногенераторов, а также от температуры воздуха, входящего в состав пены. Например, при температуре воздуха 200°C кратность пены снижается на 60 %.

Низкократные пены используют для тушения пожаров на складах древесины, так как ее можно подать струей значительной длины; кроме того, она хорошо проникает в неплотности и удерживается на поверхности.

Высокократную пену, а также пену средней кратности применяют для объемного тушения, вытеснения дыма, изоляции отдельных объектов от действия теплоты и газовых потоков (в подвалах жилых и производственных зданий, в пустотах перекрытий, в сушильных камерах и вентиляционных системах и т.п.)

Стойкость - свойство пены не разрушаться под воздействием теплоты и других факторов. Стойкость измеряется временем, в течение которого из пены выделяется 50% жидкости (воды), взятой для пенообразования.

Положительные свойства пены как огнетушащего вещества.

1) Хорошо заполняет объемы помещений, вытесняет нагретые продукты сгорания (в том числе токсичные), снижает температуру в помещении в целом, а также строительных конструкций, агрегатов, установок и т.п.

2) Прекращает пламенное горение и локализует тление веществ и материалов, с которыми соприкасается.

3) Создает условия для проникновения ствольщиков к очагам тления для дотушивания (при соответствующих мерах защиты органов дыхания и зрения от попадания пены).

4) Пена средней кратности является основным средством тушения ЛВЖ и ГЖ как в резервуарах, так и разлитых на открытой поверхности.

Отрицательные свойства пены как огнетушащего вещества.

1) Пена взаимодействует с некоторыми веществами и материалами (пероксидами, карбидами, щелочными и щелочноземельными металлами и т.п.), которые поэтому нельзя тушить пеной.

2) Пена электропроводна, поэтому ее нельзя применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

3) Пена обладает высокими коррозионными свойствами.

4) Пена имеет малую механическую прочность, поэтому относительно быстро разрушается.

Воздушно-механическую пену применяют и в комбинациях с огнетушащими порошками типа ПСБ, нерастворимыми в воде.

Огнетушащие порошковые составы.

Механизм прекращения горения порошками заключается в основном в изоляции горячей поверхности от зоны горения, т.е. в прекращении доступа горючих паров и газов в зону реакции, а при объемном тушении — в ингибирующем действии порошков, связанном с обрывом цепей реакции горения.

Огнетушащие порошки не токсичны, не электропроводны и не оказывают вредного воздействия на материалы, они не замерзают, поэтому их можно применять в условиях низких температур.

3. Разбавляющие огнетушащие вещества.

Для прекращения горения разбавлением реагирующих веществ применяются такие огнетушащие средства, которые способны разбавить либо горючие пары и газы до негорючих концентраций, либо снизить содержание кислорода воздуха до концентраций, не поддерживающих горение. Приемы прекращения горения заключаются в том, что огнетушащие средства подаются либо в зону горения или в горящее вещество, либо в воздух, поступающий к зоне горения.

Механизм прекращения горения при введении разбавляющих огнетушащих веществ в помещение, в котором происходит пожар, заключается в снижении концентрации кислорода, вследствие его вытеснения, и увеличении концентрации негорючих и не поддерживающих горение газов. При определенной концентрации разбавляющих огнетушащих веществ в воздухе помещения температура горения снижается и становится меньше, чем температура потухания, и горение прекращается. Пламенное горение большинства горючих материалов прекращается при снижении концентрации кислорода в помещении до 14-16 %.

Наибольшее распространение они нашли в стационарных установках пожаротушения для относительно замкнутых помещений (трюмы судов, окраочные и сушильные камеры, насосные по перекачке нефтепродуктов и т.п.), а также для тушения горючих жидкостей, пролитых на небольшой площади. Кроме того, разбавление спиртов до 70% водой — необходимое условие для

успешного тушения их в резервуарах воздушно-механической пеной (при разбавлении спиртов до 28 % водой происходит прекращение горения).

Характеристика разбавляющих огнетушащих веществ.

Диоксид углерода в газообразном состоянии примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха. При давлении примерно 40 МПа (40 атм) и температуре 0 °С сжижается и в таком виде его хранят в баллонах, огнетушителях и т.п. При переходе в газообразное состояние из 1 кг жидкого диоксида углерода образуется примерно 500 л газа. В основном применяется для тушения пожаров электрооборудования и электроустановок, в складах, аккумуляторных станциях, сушильных печах, в библиотеках, книгохранилищах и архивах и т.п. Огнетушащая концентрация (объемная доля в воздухе огнетушащего вещества, прекращающая горение) диоксида углерода — 30% в защищаемом помещении. Однако им, как и твердой углекислотой, категорически запрещено тушение щелочных и щелочноземельных металлов.

Азот главным образом применяется в стационарных установках пожаротушения для тушения натрия, калия, бериллия и кальция, а также некоторых технологических аппаратов и установок. Азот — бесцветный газ плотностью 1,25 кг/м³, без запаха, вкуса, не электропроводен. Тушение азотом основано на понижении объемной доли кислорода в защищаемом помещении до 5 %. Его огнетушащая объемная доля не менее 31 %. Для тушения магния, лития, алюминия, циркония применяют аргон, а не азот. Диоксид углерода и азот хорошо тушат вещества, горящие пламенем (жидкости и газы), плохо тушат вещества и материалы, способные тлеть (древесины, бумага). К недостаткам диоксида углерода и азота, как огнетушащих веществ, следует отнести их высокие огнетушащие концентрации и отсутствие охлаждающего эффекта при тушении.

Водяной пар нашел широкое применение в стационарных установках тушения в помещениях с ограниченным количеством проемов, объемом до 500 м³ (сушильные и окрасочные камеры, трюмы судов, насосные по перекачке нефтепродуктов и т.п.), на технологических установках для наружного пожаротушения, на объектах химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Его огнетушащая объемная доля 35 %. Наряду с разбавляющим действием водяной пар оказывает охлаждающее действие и механически отрывает пламя.

Тонкораспыленная вода (диаметр капель меньше 100 мк) - для получения ее применяют насосы, создающие давление свыше 2-3 Мпа (20-30 атм.) и специальные стволы распылители.

Попадая в зону горения, тонкораспыленная вода интенсивно испаряется, снижая концентрацию кислорода и разбавляя горючие пары и газы, участвующие в горении. Применение тонкораспыленной воды очень эффективно, так как наряду с разбавляющим действием она оказывает и охлаждающее действие. Например, после 4-х минутной работы одного ствола высокого давления в замкнутом помещении температура снижалась с 700 до 100 °С.

4. Огнетушащие средства химического торможения.

Сущность прекращения горения химическим торможением реакции горения заключается в том, что в воздух горящего помещения или непосредственно в зону горения вводятся такие огнетушащие вещества, которые всту-

пают во взаимодействие с активными центрами реакции окисления, образуют с ними либо негорючие, либо менее активные соединения, обрывая тем самым цепную реакцию горения.

Хладоны - товарное наименование галогенуглеводородов - особо активные вещества, оказывающие ингибирующее действие, т.е. тормозящее химическую реакцию горения. Наиболее широкое применение нашли составы на основе брома и фтора (ранее назывались фреонами).

Наиболее эффективно хладоны тормозят горение органических веществ. Хладоны неприемлемы для тушения металлов, многих металлоорганических соединений, некоторых гидридов металлов, а также тогда, когда окислителем при пожаре является не кислород, а другие вещества (например, галогены, оксиды азота).

Характеристика некоторых огнетушащих веществ и составов химического торможения реакции горения.

Бромистый метилен CH_2Br_2 - жидкость плотностью 1732 кг/м³, плотность по воздуху примерно 60; температура замерзания - 52,5 °С, температура кипения +98 °С, из 1 л жидкости получается около 350 л пара. Он хорошо смешивается с бромистым этилом и растворяет углекислоту.

Бромистый этил C_2H_5Br - ЛВЖ с характерным запахом; плотность 1455,5 кг/м³, плотность по воздуху примерно 4; температура замерзания - 199 °С, температура кипения +38,4 °С. Из 1 л жидкости при испарении получается 400 л пара, плохо растворим в воде, и образует с ней эмульсию.

Отрицательные свойства бромистого этила:

- обладает высокими коррозионными свойствами, особенно по отношению к алюминиевым сплавам;
- бромистый этил токсичен;
- при объемной доле 6,5 - 11,3% в воздухе способен воспламеняться от мощного источника зажигания, поэтому в чистом виде не применяется.

Однако из-за высоких огнетушащих свойств он входит как основной компонент в огнетушащие составы, например, в состав 3,5.

Положительные свойства бромистого этила:

- бромистый этил не электропроводен, составы на его основе можно использовать для тушения электроустановок, находящихся под напряжением;
- бромистый этил обладает высокой смачивающей способностью, составы на его основе можно использовать для тушения древесины, хлопка и других волокнистых материалов;
- бромистый этил имеет низкую температуру замерзания, составы на его основе можно использовать для тушения пожаров в условиях низких температур;

Тетрафтордибромэтан $C_2F_4Br_2$ - жидкость плотностью 2175 кг/м³, температура замерзания - 112 °С, температура кипения + 46,4 °С, из 1 л жидкости образуется 254 л. пара, который почти в 9 раз тяжелее воздуха (плотность по воздуху 8,96), токсичность и коррозионные свойства его паров значительно ниже, чем у паров бромистого этила.

Состав 3,5 (состав на основе галогидрированных углеводородов) состоит из 70 % бромистого этила и 30 % диоксида углерода CO_2 (жидкость). Он в 3,5 раза эффективнее диоксида углерода (отсюда и название). При тушении состав

выбрасывается из насадка в виде распыленной жидкости, которая быстро испаряется. На открытых пожарах струя подается в зону горения на поверхность горящего материала; при тушении внутренних пожаров – в объем помещения. При нормальных условиях из 1 кг состава 3,5 образуется 144 л бромистого этила и 153 л. диоксида углерода.

Хладоны способствуют разрушению озонового слоя стратосферы, поэтому их применение ограничено или вообще запрещено.

Химическое торможение реакции горения применяется достаточно редко, в основном в тех случаях, когда другие способы неэффективны или способствуют развитию реакции горения.

Вывод: Огнетушащими называются вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают процесс горения.

Огнетушащие средства должны обладать высоким эффектом тушения при сравнительно малом расходе, быть доступными, дешевыми, простыми в применении, не оказывать вредного действия при их применении на людей и материалы, быть экологически чистыми и безопасными.

Вывод по теме:

Основу горения составляет экзотермическая реакция (с выделением тепла) окисления вещества, сопровождающаяся, по крайней мере, одним из трех факторов: пламенем, свечением, выделением дыма.

Пространство, в котором развивается пожар, условно подразделяется на три зоны: зону горения, зону теплового воздействия и зону задымления.

При пожаре горение газов, жидкостей и твёрдых веществ всегда протекает в форме диффузионного горения.

По доминирующему принципу прекращения горения различают огнетушащие вещества охлаждающего, разбавляющего, изолирующего и ингибирующего действия.