Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Кафедра пожарной тактики и службы (в составе УНК пожаротушения)

Дисциплина: «Пожарная тактика»

к.п.н., доцент Новиков А.М.

Москва – 2021 г.

Лекция.

Тема 2

Пожар и его развитие.

Параметры развития пожара.

Руководящие документы

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» с изменениями от 27.12.2019.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 декабря 2020 г. № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» (зарегистрировано в Минюсте РФ от 24 декабря 2020 г. Рег. № 61779).
3. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» с изменениями и дополнениями. Приказ МЧС России от 28.02.2020 г. № 129 «О внесении изменений в некоторые нормативные правовые акты МЧС России в области пожарной безопасности»

Учебные вопросы

1.Понятие пожара и явления его сопровождающие. Классификация пожаров. Зоны пожара. Стадии пожара.

2. Газообмен на пожаре. Интенсивность и плотность задымления (нейтральная зона). Правила применение дымососов при тушении пожаров.

3. Основные параметры развития пожара.

Вопрос 1

Понятие пожара и явления его сопровождающие. Классификация пожаров. Зоны пожара. Стадии пожара.

В основе процесса горения лежит реакция окисления исходных горючих веществ с кислородом воздуха.

Для горения необходимо:

окислитель

горючее вещество

источник зажигания

Пожар

Комплекс физико-химических явлений, в основе которых лежат нестационарные (изменяющиеся во времени и пространстве) процессы горения, тепло- и массообмена.

Пожаром считается неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Очаг пожара

Место (участок) наиболее интенсивного горения при трех основных условиях:

Непрерывным поступлением окислителя (воздуха);

Непрерывной подачей топлива (распространении горения);

Непрерывное выделение теплоты, необходимой для поддержания процесса И ПОДГОТОВКИ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ К ГОРЕНИЮ.

Нарушение хотя бы одного условия вызывает прекращение горения.

Процесс развития пожара

1 ФАЗА – ПРОИСХОДИТ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГОРЕНИЯ, И ОГОНЬ ОХВАТЫВАЕТ ОСНОВНУЮ ЧАСТЬ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ.

2 ФАЗА – ПОСЛЕ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ВЫГОРАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОЖАР СОПРОВОЖДАЕТСЯ АКТИВНЫМ ПЛАМЕННЫМ ГОРЕНИЕМ С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ ПОТЕРИ МАССЫ

3 ФАЗА – СКОРОСТЬ ВЫГОРАНИЯ РЕЗКО ПАДАЕТ И ПРОИСХОДИТ ДОГОРАНИЕ ТЛЕЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРА

ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКЕ

МАССА ВСЕХ ГОРЮЧИХ И ТРУДНОГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПОМЕЩЕНИИ ИЛИ НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ, ОТНЕСЕННУЮ К ПЛОЩАДИ ПОЛА ПОМЕЩЕНИЯ ИЛИ ПЛОЩАДИ, ЗАНИМАЕМОЙ ЭТИМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ.

В ПОЖАРНУЮ НАГРУЗКУ ВХОДЯТ ТАКЖЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ.

Пожар развивается на определенной площади или в объеме и может быть условно разделен на три зоны, не имеющих, однако, четких границ: горения, теплового воздействия, задымления.

Занимает часть пространства, в котором протекают процессы термического разложения твердых горючих материалов или испарения жидкостей, горения газов и паров в объеме диффузного факела пламени. Зона горения может ограничиваться ограждениями здания, стенками различных технологических установок, аппаратов, резервуаров и т.д.

Зона теплового воздействия

Прилегающая к зоне горения часть пространства, в пределах которого протекают процессы теплообме-на между поверхностью пламени, окружающими строительными конструкциями и горючими материалами.

Теплота в окружающую среду передается тремя способами :

- конвекцией;
- излучением;
- теплопроводностью.

Дым представляет собой дисперсную систему, твердые частицы которой, как и ядовитые газы, вредны для человека.

Зоны задымления при пожаре в зданиях, внутри помещений и на открытых пространствах имеют свои особенности. Внутри помещений площадь зоны зависит от условий распространения потоков продуктов горения и газообмена с внешней средой , а также свойств горящих веществ и материалов. Продукты сгорания, поднимающиеся над зоной горения в виде конвенктной (тепловой) струи, образуют в верхней зоне под перекрытием слой дыма.

При повышенном давлении в этой зоне газообразные нагретые продукты горения устремляются из горящего помещения через различные проемы и щели в атмосферу или в смежные или в выше-расположенные помещения.

На открытом пространстве объем и площадь задымления зависят главным образом от мощности источника горения, скорости выгорания материалов, избыточной температуры(разности температур окружающего воздуха и зоны горения) и скорости движения газов.

Значительно влияет на обстановку при открытых пожарах высота зоны пламенного горения, так как от нее зависят площадь поверхности излучения и интенсивность теплового потока по направлению к негорящим объектам. Высота (длина факела) пламени прямо пропорциональна скорости выгорания материала и площади зоны горения.

При пожарах на открытом пространстве различных горючих материалов факел пламени отклоняется ветром и создает опасную обстановку для окружающих объектов, пожарной техники и личного состава пожарных подразделений с подветренной стороны. Угол наклона факела пламени зависит от скорости вертикальных потоков в зоне горения и скорости приземного ветра.

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРОВ

По условиям газообмена и теплообмена с окружающей средой все пожары разделяются на два обширных класса:

- I КЛАСС

ПОЖАРЫ НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

- II КЛАСС

ПОЖАРЫ В ОГРАЖДЕНИЯХ

ПОЖАРЫ НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ
I класс:

- РАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ
- НЕРАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ
- МАССОВЫЕ

РАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ ПОЖАРЫ
класс Iа

- Пожары с увеличивающимися размерами (ширина фронта, периметр, радиус, протяженность флангов пожара и т.д).
- Пожары на открытом пространстве распространяются в различных направлениях и с разной скоростью в зависимости от условий теплообмена, величины разрывов, размеров факела пламени, критических тепловых потоков, вызывающих возгорание материалов, направления и скорости ветра и других факторов.

НЕРАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ ПОЖАРЫ
класс I б

- Пожары, у которых размеры остаются неизменными. Локальный пожар представляет собой частный случай распространяющегося, когда возгорание окружающих пожар объектов от лучистой теплоты исключено.
- В этих условиях действуют метеорологические параметры.
- Так, например, из достаточно мощного очага горения огонь может распространяться в результате переброса искр, головней в сторону негорящих объектов.

МАССОВЫЕ ПОЖАРЫ
класс I в

- Это совокупность сплошных и отдельных пожаров в зданиях или открытых крупных складов различных горючих материалов.
- Под отдельным пожаром подразумевают пожар, возникший в каком-либо отдельном объекте. Под сплошным пожаром подразумевается одновременное интенсивное горение преобладающего числа объектов на данном участке. Сплошной пожар может быть распространяющимся и нераспространяющимся.

ПОЖАРЫ В ОГРАЖДЕНИЯХ
II класс

- ОТКРЫТЫЕ ПОЖАРЫ
- ЗАКРЫТЫЕ ПОЖАРЫ

ОТКРЫТЫЕ ПОЖАРЫ
КЛАСС IIа

- Развиваются при полностью или частично открытых проемах (ограниченная вентиляция). Они характеризуются высокой скоростью распространения горения с преобладающим направлением в сторону открытых, хотя бы и незначительно, проемов и переброса через них факела пламени. Вследствие этого создается угроза перехода огня в верхние этажи и на соседние здания (сооружения). При открытых пожарах скорость выгорания материалов зависит от их физико-химических свойств, распределения в объеме помещения и условий газообмена.

Открытые пожары обычно подразделяют на две группы.

К первой группе относятся пожары в помещениях высотой до 6 м, в которых оконные проемы расположены на одном уровне и газообмен происходит в пределах высоты этих проемов через общий эквивалентный проем (жилые помещения, школы, больницы, административные и подобные помещения).

Ко второй группе относятся пожары в помещениях высотой белее 6 м, в которых проемы в ограждениях располагаются на разных уровнях, а расстояния между центрами приточных и вытяжных проемов могут быть весьма значительными. В таких помещениях и частях здания наблюдаются большие перепады давления по высоте и, следовательно высокие скорости движения газовых потоков, а также скорость выгорания пожарной нагрузки. К таким помещениям относятся машинные и технологические залы промышленных зданий, зрительные и сценические

- комплексы театров и т.д.

ЗАКРЫТЫЕ ПОЖАРЫ
КЛАСС IIб

Протекают при полностью закрытых проемах, когда газообмен осуществляется только вследствие инфильтрации воздуха и удаляющихся из зоны горения газов через неплотности в ограждениях, притворах дверей, оконных рам, при действующих системах естественной вытяжной вентиляции без организованного притока воздуха, а также в отсутствии систем вытяжной вентиляции.

Закрытые пожары могут быть разделены на три группы:

- в помещениях с остекленными оконными проемами (помещения жилых и общественных зданий);
- в помещениях с дверными проемами без остекления (склады, производственные помещения, гаражи и т.д.);
- в замкнутых объемах без оконных проемов (подвалах промышленных зданий, камерах холодильников, некоторых материальных складах, трюмах, элеваторах, бесфонарных зданиях промышленных предприятий).

Вопрос 2.
Газообмен на пожаре. Интенсивность и плотность задымления (нейтральная зона). Правила применение дымососов при тушении пожаров.

Газовый обмен на пожаре – это движение нагретых газообразных продуктов горения от зоны горения в незадымленное пространство и воздуха к зоне горения.

Основными и существенными параметрами, определяющими газовый обмен на пожаре являются:

скорость движения воздуха или продуктов сгорания – скорость газообмена;

интенсивность газового обмена;

коэффициент избытка воздуха.

Движение воздуха при естественной вентиляции в здании

При нагревании газов их плотность уменьшается, и они вытесняются более плотными слоями холодного атмосферного воздуха и поднимаются вверх. У основания факела пламени создается разрежение, которое способствует притоку воздуха в зону горения, а над факелом пламени (за счет нагретых продуктов горения) — избыточное давление.

Управление газовыми потоками при тушении пожара является важным оперативно-тактическим действием, выполняемым целью создания условий, способствующих успешному тушению пожара и проведению АСР.

Интенсивность газообмена – это скорость притока воздуха к зоне горения.

Нагретые продукты горения в зоне реакции из-за меньшей плотности по сравнению с плотностью поступающего в помещение воздуха поднимается вверх, создавая избыточное давление. В нижней части помещения из-за снижения давления кислорода в воздухе, участвующего в реакции окисления, создается разрежение. Высота в помещении, на котором давление в его объеме равно наружному или давлению с соседнем помещении, называется уровнем *равных давлений или нейтральной зоной на пожаре.*

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

1 способ – управление аэрацией здания, т.е. усиление естественного воздухообмена в нем, этого можно достичь изменением площадей приточных и вытяжных проемов, т.е. открыванием или закрыванием существующих в здании окон, дверей, созданием проемов в ограждающих конструкциях, применением перемычек.

2 способ – применение принудительной вентиляции с использованием пожарных дымососов, устанавливаемых как на нагнетание воздуха, так и на удаление продуктов сгорания.

3 способ – применение личным составом пожарных подразделений соответствующих огнетушащих средств. Это воздушно-механическая пена средней или высокой кратности, распыленная вода и др.

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

Вопрос 3
Основные параметры развития пожара.

При решении пожарно-тактических задач используют следующие параметры развития пожара:

Пространственные:

площадь пожара S п, м²;

периметр пожара Р п, м;

фронт пожара Ф п, м.

Скоростные:

линейная скорость распространения пламени Vл, м/мин;

Временные:

время свободного развития пожара τ св. р, мин.

- *Площадь пожара* - площадь проекции зоны горения на горизонтальную (вертикальную) плоскость, $м^2$.

- *Периметр пожара* - длина внешней границы площади пожара, м.

- *Фронт пожара* - часть периметра (или периметр) пожара, в направлении которого происходит наиболее интенсивное распространение горения, м

- *Линейная скорость распространения горения* характеризует способность горючего материала к перемещению по своей поверхности высокотемпературной зоны химических превращений (пламенной зоны горения).

- *Средние значения V* л при пожарах на различных объектах приведены в таблицах справочников РТП, сводов правил и другой нормативной документации.

Время свободного развития пожара - временной промежуток от момента возникновения горения до начала подачи первых приборов тушения на его ликвидацию:

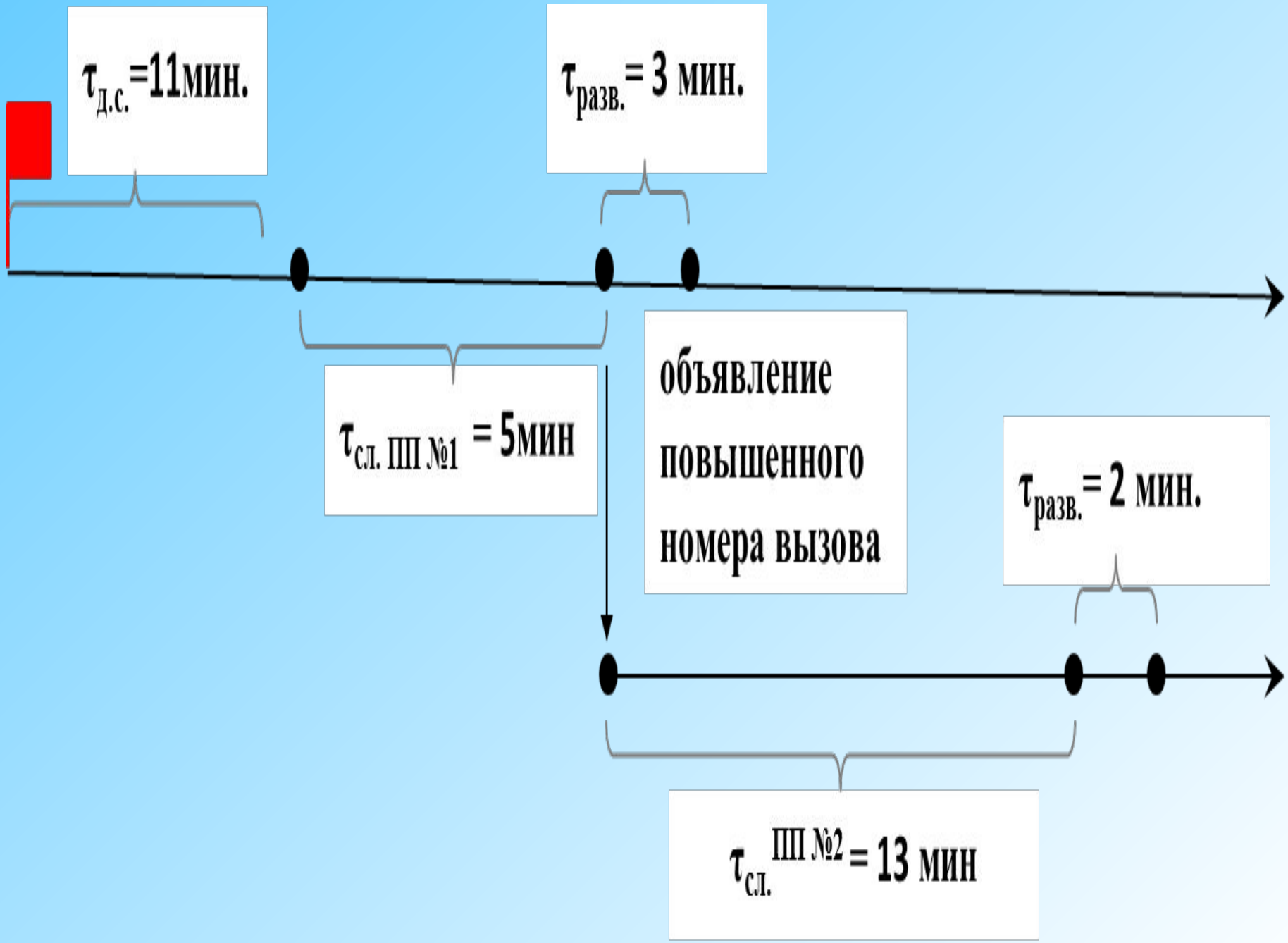
$$\tau_{св.р} = \tau_{д.с} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{б.р}$$

где: τ д. с - время от возникновения до сообщения о пожаре (принимается 8-10 мин для городских населённых пунктов, 10-14 мин - для сельских населенных пунктов или исходя из опыта тушения пожаров), мин;

τ сб. - время, затрачиваемое на обработку вызова диспетчером, сбор и выезд по тревоге; составляет 1 мин;

τ сл. - время следования к месту пожара расчётов пожарных подразделений, мин;

τ б. р. - время боевого развёртывания, мин;


τд.с.=11мин.
τразв.= 3 мин.
τсл. ПП №1 = 5мин
объявление повышенного номера вызова
τразв.= 2 мин.
τсл. ПП №2 = 13 мин

Для вычисления площади пожара, его периметра и фронта необходимо знать его геометрическую форму.

При определении формы площади пожара задаются следующими условиями (ограничениями):

Огонь от очага воспламенения распространяется по всем направлениям с одинаковой скоростью. Поэтому, первоначально пожар имеет круговую форму и его площадь можно определить по формуле:

$$S_{\text{п}} = k \cdot \pi \cdot L^2$$

- где: k - коэффициент, учитывающий величину угла α , в направлении которого происходит распространение пламени;

- k = 1, если α = 360º; (рис. 1)

- k = 0,5 , если α = 180º; (рис. 2)

- k = 0,25 , если α = 90º; (рис. 3)

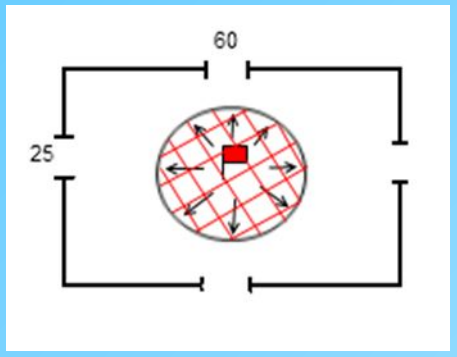


Рис. 1. Форма площади пожара при k = 1

$$S_{\text{п}} = 1 \times \pi \times L^2$$

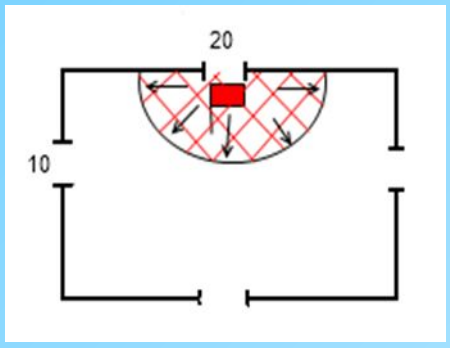


Рис. 2. Форма площади пожара при k = 0,5

$$S_{\text{п}} = 0,5 \times \pi \times L^2$$

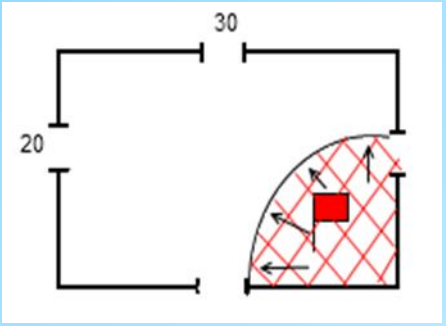


Рис.3. Форма площади пожара при k = 0,25

$$S_{\text{п}} = 0,25 \times \pi \times L^2$$

π-математическая постоянная, равная отношению длины окружности к её диаметру и равно 3,14.

L - путь, пройденный пламенем за время τ.

При достижении пламенем границ горючей нагрузки или ограждающих стен здания (помещения), фронт горения спрямляется и распространение пламени идет вдоль границы горючей нагрузки или стен здания; (рис. 4)

Рис. 4 Форма площади пожара при достижении пламенем ограждающих стен здания (границ горючей нагрузки)

Если путь пройденный огнём (Lп) достиг границ горючей нагрузки или ограждающих стен помещения (здания), фронт горения выпрямляется и распространение пожара протекает вдоль границ загрузки или стен, в одном или двух направлениях, принимая прямоугольную форму развития:

$$Sп = n \cdot a \cdot L$$

где:

n - число направлений развития пожара,

a - ширина площади пожара (здания, помещения).

Линейная скорость распространения пламени (V л) с развитием пожара меняется:

- в первые 10 мин свободного развития пожара Vл принимается равной половине нормативного значения;
- после 10 мин - нормативные значения Vл, с началом подачи первых стволов на тушение до локализации пожара, уменьшаются в два раза.
- с началом подачи первых стволов на тушения до локализации, Vл принимается равной половине нормативного значения

Для определения формы и численных значений площади пожара на конкретный момент времени необходимо знать путь, пройденный пламенем на этот момент времени.

Путь пройденный пламенем за промежуток времени определяется по формуле:

$$L = V_{л} \cdot \tau;$$

При известных значениях путь, пройденный пламенем, для характерных временных промежутков развития пожара, будет определяться по следующим формулам:

1) в первые 10 минут: $L = 0{,}5 \cdot V_л \cdot \tau$

2) с начала возникновения пожара до начала подачи первых приборов тушения:

$L = 0{,}5 \cdot V_л \cdot 10 + V_л \cdot (\tau - 10)$

3) с начала возникновения пожара до локализации:

$L = 0{,}5 \cdot V_л \cdot 10 + V_л \cdot (\tau_{св.р.} - 10) + 0{,}5 \cdot V_л \cdot (\tau - \tau_{св.р.})$

Спасибо за внимание!